

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL



Establecimiento y Evaluación de Huerto Semillero Clonal de *Pinus arizonica* Engelm. en
el Ejido El Largo y Anexos, Madera, Chihuahua

Por:

JUVENAL RODRÍGUEZ VILLA

Investigación Descriptiva

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México.

junio de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Establecimiento y Evaluación de un Huerto Semillero Clonal de *Pinus arizonica* Engelm.
en el Ejido El Largo y Anexos, Madera, Chihuahua

Por:

JUVENAL RODRÍGUEZ VILLA

Investigación Descriptiva

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada



M.C. Celestino Flores López

Asesor Principal



Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga

Coasesor



M.C. José Aniseto Díaz Balderas

Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

junio de 2013

Este proyecto de Investigación Descriptiva ha sido apoyado por el Proyecto de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con clave 13-30-3613-2122, a cargo del M.C. Celestino Flores López.

DEDICATORIA

A DIOS PADRE

Por existir, porque cuando yo te pedí todo para disfrutar la vida, tu me diste vida para disfrutarlo todo, teniendo el privilegio de gozar de la herencia más apreciable de la vida como lo es el estudio, impulsándome día a día a conseguir mis metas con la frente siempre en alto.

CON AMOR Y CARIÑO A MIS PADRES

Juvenal Rodríguez López y Eva Villa Valencia por darme vida, la cual han ido cultivando desde mi nacimiento con amor, dedicación y enseñanza, por tomar las cosas buenas de la misma, a ti papá, por darme el ejemplo de responsabilidad y seriedad sobre el trabajo y las cosas que hacemos, de respetar y ser respetados con los semejantes; a ti mamá, por heredarme la fortaleza y coraje que tiene para enfrentar los problemas de la vida misma, así como su carisma y alegría, y apoyo incondicional. A los dos doy gracias por tenderme la mano para apoyarme en todos los aspectos para terminar una carrera profesional, y ser un hombre de bien en la vida, dándome la herencia más preciada de la vida (el estudio).

A MIS QUERIDOS HERMANOS

Maira Liceth Rodríguez Villa, Luis Fernando Rodríguez Villa y Marely Rodríguez Villa por brindarme su cariño y apoyo durante mi estudio, estando orgullosos de mí, cosa que me dio fortaleza para desempeñarme cada vez mejor tanto al realizar mi carrera como para ejercerla, así como por demostrarme que estamos unidos y que juntos sacaremos adelante a nuestros padres.

A MIS ABUELOS

Andrés Rodríguez[†] y Apolinar López[†] (abuelos paternos) a Jesús Villa[†] y a Clemencia Valencia (abuelos maternos), por darme sus sabios consejos para ir por el camino correcto en la vida, su cariño y amor que durante el tiempo que han estado conmigo, me lo han demostrado de una y mil maneras, y porque sé que los que no están conmigo aún me siguen dando la bendición desde el cielo, para triunfar en la vida.

A MIS TIOS

Lourdes Rodríguez, Rafael Ventura, Luisa Villa, Salvador Matías, Josefina Villa, María Villa, Gildardo Rodríguez[†], Antonio Rodríguez[†], Socorro Rodríguez, Agustina Rodríguez, por brindarme su apoyo desde que inicié mis estudios, así como a mis padres, dándonos confianza de que no estamos solos y que contamos con nuestra familia.

A MIS PRIMOS

Javier Rodríguez, Salvador Matías, Cinthia Rodríguez, Daniela Rodríguez, Denisse Rodríguez, Verónica Rodríguez, Iván Ventura, Jessica Ventura, Francisco Rodríguez, Jesús Rodríguez, Sandra Villa, Angélica Matías, Margarita Matías[†] y Armando Villa[†] por darme su cariño familiar como primos, y a la vez como amigos, apoyándome en cada paso de mi carrera con su entusiasmo y ánimo para seguir adelante y concluir mi carrera.

A MI SOBRINA

Andrea Palafox Rodríguez por darme su cariño y amor, e inspirándome a cada día ir siempre hacia delante y haciéndome entender que en ella encuentro a una sobrina que me quiere mucho.

A MI PUEBLO NATAL

Orgullosamente de Apango, municipio de San Gabriel, Jalisco.

AGRADECIMIENTO

Al Centro de Educación y Capacitación Forestal No. 1 (CECFOR No. 1) de Uruapan Michoacán, por abrirme las puertas para estudiar la carrera de Técnico Forestal, y empezar a cultivar mis conocimientos sobre este ramo en protección, conservación y manejo del recurso forestal.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), por darme la oportunidad de que estudiara la carrera de Ingeniero Forestal, así como darme hospedaje y sustento durante mi estancia los 5 años en la misma, así como por medio de sus instalaciones y recurso otorgado para aprender mejor sobre el área forestal, para salir con la frente en alto diciendo que soy buitre de corazón.

Al M.C. Celestino Flores López, por brindarme su tiempo para realizar mi trabajo de investigación, así como transmitir sus conocimientos y buen humor para hacer las cosas tediosas menos pesadas, estando al pendiente de mi trabajo con responsabilidad y profesionalismo, con la intención de que obtuviera mi título.

Al Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga por su dedicación y tiempo en la revisión de mi investigación descriptiva para tener una mejor calidad en la misma.

Al M.C. José Aniseto Díaz Balderas por su dedicación y empeño con la revisión de mi investigación descriptiva para tener un documento de mejor calidad.

Al ejido El Largo y Anexos del estado de Chihuahua por permitir establecer el huerto semillero clonal así como seguir su evaluación, desarrollo y mantenimiento.

Al Ing. Alfonso Domínguez Pereda asesor técnico forestal del ejido El Largo y Anexos por permitir que el proyecto fuera posible, dando las facilidades necesarias para instalar el huerto semillero clonal, así como los requerimientos necesarios para el desarrollo de este.

Al Ing. Jacob Aquilino Molina Sánchez por su atención y colaboración en la recolección de los datos de campo junto con su gente a cargo, para hacer posible parte de esta investigación descriptiva.

Al M.C. Andrés Nájera Díaz por brindarme sus conocimientos sobre la rama de manejo de combustibles y de fuego, y por sus consejos sobre la vida misma.

A los maestros del departamento Forestal así como de otros departamentos, que me ayudaron a forjarme como profesionalista durante mi estancia en esta institución, por transmitirme sus conocimientos que ellos poseen, para yo ejercerlos profesionalmente.

A mi novia Aleida Ramos Fernández por su apoyo y amor incondicional que me ha brindado en el tiempo que llevamos juntos, con su carisma y buen humor, impulsándome día a día a ser mejor en la vida y realizar mi trabajo satisfactoriamente.

A mis amigos: Edelmira, Jacqueline, Miguel Tinoco, Claudia, Israel, Diego, Víctor, Valentín, Carmen, Julio, Mirna, Francisco, Juan y a todos mis amigos de mi generación, y los del estado de Jalisco que estudian en la UAAAN, y los que no mencione que formaron parte de mi apoyo durante mi estancia en esta institución.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos	2
2 REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Descripción de <i>Pinus arizonica</i> Engelm.	3
2.2 Mejoramiento genético forestal	4
2.2.1 Programa de mejoramiento genético forestal	5
2.2.2 Estrategias a corto y largo plazo.....	5
2.3 Programa de mejoramiento genético forestal del estado de Chihuahua	8
3 UBICACIÓN DEL HUERTO SEMILLERO Y CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS...9	
3.1 Localización y acceso	9
3.2 Características ecológicas	9
3.2.1 Orografía	9
3.2.2 Tipo de suelo	9
3.2.3 Clima	11
4 ESTABLECIMIENTO DEL HUERTO SEMILLERO.....	12
4.1 Localización de áreas para huertos semilleros	12
4.2 Tamaño y forma del huerto semillero	13
4.3 Árboles selectos.....	13
4.4 Colecta de púas de árboles selectos.....	18
4.5 Proceso de injertado	19
4.6 Evaluación de los injertos.....	23
4.7 Diseño de plantación y plantación de injertos	25
5 MANEJO DE HUERTO.....	28
5.1 Protección	28
5.2 Manejo de escurrimiento	29

5.3	Riego.....	29
5.4	Control de plagas y enfermedades	31
6	ANÁLISIS DE SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE CLONES	33
6.1	Sobrevivencia.....	33
6.2	Análisis de crecimiento de clones	36
7	RECOMENDACIONES.....	41
8	LITERATURA CITADA	42
9	APÉNDICE	46

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Relación de árboles superiores de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. que forman el huerto semillero clonal “Chito Olivas” del ejido El Largo y Anexos (Flores, 2000).....	16
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación del huerto semillero clonal de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. “Chito Olivas”, El Largo Maderal, municipio de Madera Chihuahua...	10
Figura 2. Diagrama ombrotérmico de la estación 8103 Mesa del Huracán, Madera, Chihuahua, periodo de 1951 al 2010 (SMN, 2013).....	11
Figura 3. Ubicación del huerto semillero clonal “Chito Olivas” en El Largo Maderal, municipio de Madera, Chihuahua (17 de agosto de 2012)...	12
Figura 4. Plano en que se muestra el tamaño y forma del huerto semillero clonal “Chito Olivas” en El Largo Maderal, municipio de Madera, Chihuahua (Imagen: Jacob Aquilino Molina Sánchez, 2012).....	14
Figura 5. Colecta de púas de árboles seleccionados de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. en el estado de Chihuahua (Foto: Celestino Flores López, 2000).....	19
Figura 6. Proceso del injerto de púas de hendidura (Dorman, 1976).....	20
Figura 7. Unión de cortes y forma del injerto (Foto: Jacob Aquilino Molina Sánchez, 2002).....	21
Figura 8. Patrón después de dos meses de injertado (Foto: Jacob Aquilino Molina Sánchez, 2002).....	21
Figura 9. Proceso de injertado utilizado en el huerto semillero clonal “Chito Olivas” de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. (Fotos: Celestino Flores López, 2002).....	22
Figura 10. Injertos recién realizados con bolsa de protección (Foto: Celestino Flores López, 9 de marzo de 2004).....	23
Figura 11. Injertos de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. en protección y cuidado (Foto: Celestino Flores López, 21 de junio de 2004).....	24
Figura 12. Injerto de púa en crecimiento (Foto: Celestino Flores López, 3 de marzo de 2006).....	24
Figura 13. Distribución de los clones en la cuadrícula de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. (Flores, 2000).....	26
Figura 14. Distanciamiento entre los rametos de la plantación del huerto semillero clonal “Chito Olivas” en cuadro latino (Flores et al., 2004)...	27

Figura 15. Cercado del huerto semillero clonal de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. (Foto: Celestino Flores López, 23 de diciembre de 2012).....	28
Figura 16. Casa y almacén del huerto semillero clonal de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. (Foto: Celestino Flores López, 13 de mayo de 2011).....	28
Figura 17. Zanja derivadora de escorrentía, para evitar encharcamiento dentro de la plantación (Foto: Celestino Flores López, 3 de julio de 2009)...	29
Figura 18. Riego utilizado para abastecer del huerto semillero clonal de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. “Chito Olivas” (Foto: Celestino Flores López, 13 de mayo de 2011).....	30
Figura 19. Depósito de agua instalado para abastecer el huerto semillero clonal “Chito Olivas” con una capacidad de 39,938 litros (Foto: Jacob Aquilino Molina Sánchez, 2012).....	30
Figura 20. Plaguicida paration metílico de la marca RIPAR 500 y su aplicación en tallo y suelo (raíz), para combatir la plaga <i>Dendroctonus rhizophagus</i> y el gusano defoliador (Foto: Jacob Aquilino Molina Sánchez, 2009).....	31
Figura 21. Rametos con daño inicial de <i>Dendroctonus rhizophagus</i> en el huerto semillero clonal de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. “Chito Olivas” (Molina, 2012).....	32
Figura 22. Sobrevivencia y vigor en que se encuentran los clones establecidos en el huerto semillero clonal de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. “Chito Olivas” en la evaluación del año 2009.....	33
Figura 23. Sobrevivencia y estado en que se encuentran los clones establecidos en el huerto semillero clonal de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. “Chito Olivas” en la evaluación del año 2012.....	34
Figura 24. Árboles sanos, huerto semillero clonal de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. “Chito Olivas” (Foto: Celestino Flores López, 23 de diciembre de 2012).....	34
Figura 25. Árboles muertos por sequía, huerto semillero clonal de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. “Chito Olivas” (Foto: Celestino Flores López, 2 de julio de 2009).....	35
Figura 26. Árboles con daño en hojas, huerto semillero clonal de <i>Pinus</i>	35

	<i>arizonica</i> Engelm. “Chito Olivas” (Foto: Celestino Flores López, 2 de julio de 2009).....	
Figura 27.	Árbol con ataque de <i>Dendroctonus rhizophagus</i> , huerto semillero clonal de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. “Chito Olivas” (Foto: Celestino Flores López, 2 de julio de 2009).....	36
Figura 28.	Crecimiento en altura de los clones de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. evaluación realizada en el año 2009 y 2012.....	37
Figura 29.	Medición de altura de los clones en el huerto semillero clonal de <i>Pinus arizonica</i> Engelm. “Chito Olivas” (Foto: Brenda Judith Villanueva Peña, 17 de agosto de 2012).....	37
Figura 30.	Medición de longitud de la yema principal, huerto semillero clonal Engelm. “Chito Olivas” (Foto: Brenda Judith Villanueva Peña, 17 de agosto de 2012).....	38
Figura 31.	Largo de yema apical de los clones en dos evaluaciones de los años 2009 y 2012.....	39
Figura 32.	Longitud total del injerto, evaluación realizada en el 2012.....	39
Figura 33.	Crecimiento y enganche del injerto, huerto semillero clonal “Chito Olivas” (Foto: Celestino Flores López, 23 de diciembre de 2012).....	40
Figura 34.	Medición de altura del injerto, huerto semillero clonal “Chito Olivas” (Foto: Brenda Judith Villanueva Peña, 17 de agosto de 2012).....	40

RESUMEN

El presente estudio se realizó con la finalidad de describir el establecimiento del huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm; así como las experiencias de los primeros cuatro años del huerto semillero clonal “Chito Olivas”, ubicado en El Largo Maderal, municipio de Madera, en el ejido El Largo y Anexos, Chihuahua.

El establecimiento del huerto semillero clonal consistió en la localización, ubicación y tamaño del mismo, y selección de las áreas adecuadas. La forma y tamaño del área se determinó en base a un sistema de cuadrícula de 6 x 6 m creando así las líneas donde se realizó la plantación, distancia que permitirá realizar labores agrícolas pertenecientes al mantenimiento del huerto, como lo son el riego, fertilización, deshierbe, y control de plagas y enfermedades; contando el huerto con una capacidad de 1,335 rametos de 42 clones, con una superficie de 7.0871 ha.

De acuerdo a las evaluaciones realizadas en el año 2009 y 2012, se observa que en el 2009 hay una serie de clones que presentan problemas como plagas y enfermedades, sequía y roedores que repercutieron en los rametos muertos que se detectaron en la evaluación del 2012, pasando de una sobrevivencia de árboles sanos de 57.10 % a 37.20 %. En cuanto a la altura total de los clones se encontraron 11 con altura mayor de 2 m siendo el 209b con 2.5 m y 5 menores de 1 m siendo el menor el 224 con 0.90 m, de acuerdo a la longitud de yema apical se presentan 5 clones mayores a 25 cm siendo el más largo el 228 con 28 cm y 3 con longitud menor de 11 cm, teniendo al 226 más chico con 10 cm y en cuanto a la longitud del injerto el que presentó mayor altura hasta la evaluación de 2012 fue el 209b presentando una altura mayor de 2 m y el injerto que tuvo menor altura fue el 226 con 0.60 m.

Palabras clave: Huerto semillero clonal, *Pinus arizonica* Engelm.

ABSTRACT

This study was conducted in order to describe the establishment of clonal seed orchard of *Pinus arizonica* Engelm, as well as the experiences of the first four years of the clonal seed orchard "Chito Olivas" located in El Largo Maderal, municipality of Madera, Chihuahua.

The establishment of clonal seed orchard consisted of location and size of it, and selection of appropriate areas. The shape and size of the area was determined based on a grid system of 6 x 6 m creating lines that performed the planting distance to perform agricultural work pertaining to the maintenance of the garden, such as irrigation, fertilization, weeding, and pest and disease control, counting the garden with a capacity of 1,335 ramets of 42 clones, with an area of 7.0871 ha.

According to the evaluations conducted in 2009 and 2012 shows that in 2009 there are a number of clones that had problems such as pests and diseases, drought and rodents which affected the dead ramets were detected in evaluation of 2012, going from a healthy tree survival 57.10% to 37.20%. Regarding the total height of the clones, 11 were with height greater than 2 m being the 209b with 2.5 m and 5 smallest less than 1 m being 224 with the 0.90 m, according to the apical bud length clones were 5 clones greater than 25 cm being the longest in the 228 with 28 cm and 3 with a length less than 11 cm, being 226 the smaller one with 10 cm and as to the length of the graft had the highest height to 2012 evaluation was the 209b presenting a height of 2 m and the graft had lower height was 226 with 0.60 m.

Key words: Clonal seed orchard, *Pinus arizonica* Engelm.

1 INTRODUCCIÓN

México se encuentra en las primeras etapas de desarrollo de plantaciones como de mejoramiento genético forestal (MGF) (Valencia, 1992). En un programa de mejoramiento genético existen dos estrategias de corto y largo plazo; el de corto plazo que son las áreas semilleras las cuales son un rodal natural dónde se han eliminado los individuos que presentan características fenotípicas poco satisfactorias para la producción forestal, y los árboles restantes se ubican con un espaciamiento suficiente para estimular la producción de semillas, y el de largo plazo es el establecimiento de huertos semilleros que lo constituye un área donde la semilla se produce masivamente para obtener la mayor ganancia genética lo más rápido y económicamente posible (Zobel y Talbert, 1988; Márquez *et al.*, 2009).

De las estrategias, el establecimiento de huertos semilleros (HS) han constituido una de las principales alternativas para materializar las ganancias genéticas que se obtienen como resultado del esfuerzo combinado de los programas de selección y mejoramiento. Por tal motivo, requieren de una significativa restricción en el número de individuos que constituyen una población de mejoramiento. Esto nos indica que se debe tener cuidado en el proceso de selección y mejora, ya que debemos tomar en cuenta los árboles superiores y que no exista parentesco entre los individuos. Teniendo presente que resultan de lo más rentables en términos de inversión y tiempo, comparado con otros programas de mejoramiento genético (Zobel y Talbert, 1988; Zelener *et al.*, 2005; Mendizábal-Hernández *et al.*, 2009).

Los HS son creados con la finalidad de producir la máxima cantidad de semilla mejorada tan rápido y eficaz como sea posible, para lograr esto, se necesitan grandes cosechas, el huerto es manejado para producir la mayor cantidad de semilla posible por lo que la utilidad ha sido tratada ampliamente por diversas publicaciones en lo que respecta a varios tipos de beneficios, los huertos han permitido obtener ganancias significativas en los aspectos de resistencias a las enfermedades, crecimiento, propiedades de la madera, adaptabilidad y forma del árbol (Zobel y Talbert, 1988).

En términos generales, los HS pueden tener dos orígenes diferentes, el primero de ellos corresponde al denominado HS de semillas o de plántulas, en los cuales el huerto se establece a partir de plantas generadas con semilla de individuos

seleccionados, el segundo corresponde a los huertos semilleros clonales, donde el huerto se establece con réplicas vegetativas de los árboles seleccionados, las cuales normalmente se obtienen mediante la aplicación de técnicas de injertación (Zobel y Talbert, 1988).

En México se ha iniciado un esfuerzo para rescatar la calidad genética perdida de los bosques del estado de Chihuahua, estableciendo un programa de mejoramiento genético forestal, que tiene como objetivo principal la producción masiva de *Pinus arizonica* Engelm. El programa implementó una estrategia a corto plazo donde se desarrollan áreas semilleras y, otra a largo plazo para el establecimiento de HS. cabe mencionar que el *Pinus arizonica* Engelm. es la especie más importante en Chihuahua, ya que su área de distribución presenta cierto potencial a repoblarse en forma natural, así como su distribución en el estado (Flores *et al.*, 2004; Chacón *et al.*, 1998).

Debido a que el ejido El Largo y Anexos en el estado de Chihuahua cuenta con un aprovechamiento forestal continuo, se han buscado alternativas para conservar la diversidad genética, así como obtener turnos en menor tiempo y económicamente accesibles. Para ello se ha realizado un gran esfuerzo por parte del ejido El Largo y Anexos, para el establecimiento del Huerto semillero clonal (HSC) "Chito Olivas", desde la recolección de púas de árboles superiores hasta el establecimiento, protección y cuidado del mismo, realizando periódicamente evaluaciones sobre las condiciones y comportamiento de los clones, y así tratar de que tengan éxito en cuanto a la sobrevivencia, como a la producción de semilla genéticamente mejorada. En el presente trabajo se describe la metodología para el establecimiento de dicho huerto; así como los resultados de las evaluaciones realizadas en los primeros cuatro años desde su establecimiento.

1.1 Objetivos

- Describir el procedimiento para el establecimiento del huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm. en el ejido El Largo y Anexos, Chihuahua.
- Dar a conocer las experiencias de los primeros cuatro años del establecimiento del huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción de *Pinus arizonica* Engelm.

Pinus arizonica Engelm. fue descrito por George Engelmann en 1878 (Martínez, 1948). Esta conífera está dentro de la familia Pinaceae, al orden Pinales, cuya clase es Pinopsida, siendo de la división: Spermatophyta y del reino Metaphyta (Perry, 1991).

Es un árbol que adulto alcanza de 25 a 35 metros de altura, con diámetros hasta de 1.20 m, la corteza es de color oscura, con escamas de color canelo rojizo claro; mide de 3 a 5 cm de espesor, tiene ramas corpulentas y extendidas, hojas en acículas de tres agujas y en ocasiones de cuatro y cinco, de 12 a 22 cm de largo, erguidas; estomas presentes en las superficies dorsal y ventral, márgenes finamente aserrados; de seis a diez canales resiníferos medios. Las vainas de los fascículos son de color café, persistentes de 15 a 20 mm de largo (Perry, 1991).

Las yemas de los conillos son largamente ovoides, los conillos crecen solos o en grupos de dos y tres en pedúnculos cortos, sus frutos son conos ovoides a cónicos, simétricos, erguidos a ligeramente reflejados, de 6 a 9 cm de largo, color moreno oscuro con tinte rojizo ligeramente, tiene pedúnculos fuertes de 10 mm de largo, ocultos en las escamas basales. La madera es blanda, débil o algo de textura quebradiza de textura fina de color rojo claro o amarillento y produce una gran cantidad de resina; con peso específico promedio de 0.50g/m^3 (Martínez, 1948; Farjon y Styles, 1997).

Esta especie comienza a florecer a partir de los 20 años de edad. Los conos polinizados requieren de dos años para madurar, fructifica abundantemente cada dos a cuatro años. Los conos maduran de octubre a noviembre y la dispersión de la semilla ocurre de noviembre a diciembre, la dispersión de la semilla es anemocórica. Su semilla es de color café oscuro, oval, de seis a siete mm de largo, con un ala articulada de 20 a 25 mm de largo y de ocho a nueve milímetros de ancho. El número de cotiledones varía de siete a nueve, pero se encuentran con mayor frecuencia ocho. Para la identificación de una manera más práctica de esta especie se debe de considerar lo siguiente; tiene por lo general tres acículas por fascículo, en ocasiones puede tener hasta cuatro o cinco y de 6 a 10 canales resiníferos, el cono tiene espinas pequeñas (Perry, 1991).

Se distribuye al suroeste y sureste de los estados unidos, en Arizona lugar donde fue descubierto y sureste de Nuevo México. En México se encuentra principalmente y con mayor distribución en la Sierra Madre Occidental, al sur y oriente de Durango, al oeste de Chihuahua, Oriente de Sinaloa, en Coahuila de una manera dispersa, noreste de Zacatecas y Nuevo León (Martínez, 1948; Perry, 1991; Farjon y Styles, 1997).

Es conocido que dentro de su área de distribución que presenta cierto potencial a repoblarse en forma natural, sin embargo, se desconocen aspectos silvícolas que lo condicionan. Se caracteriza la repoblación natural, desde su emergencia hasta los 34 meses de edad, con base a la germinación, el crecimiento en altura, y la supervivencia, en función de diferentes grados de cobertura de los árboles padres, en la región de Ciudad Madera, Chihuahua (Chacón *et al.*, 1998). La variación entre cosechas hace evidente la necesidad de un manejo silvícola, para homogenizar la calidad en la producción de semilla (Márquez *et al.*, 2007).

Su madera es utilizada en construcciones rústicas, molduras, postes para líneas de transmisión, celulosa y papel, puertas, decoración de interiores, madera aserrada, tableros de partículas, ventanas, chapa, cajas para empaque, leña y durmientes (Perry, 1991).

2.2 Mejoramiento genético forestal

En las últimas cinco décadas se comprobó que los árboles tienen la capacidad de transferir características a su descendencia, razón fundamental que sostendrá en el futuro la silvicultura que distinguirá a México en proporción con su gran diversidad de especies de árboles y que sustituirá la actividad actual fundada en el ordenamiento de montes y homogenización de masas que dirige una tendencia reductiva en contra de la diversidad de poblaciones y especies (Alba-Landa *et al.*, 2008).

Esto se debe al mejoramiento genético forestal (MGF), que de acuerdo con Gradual (1993) es la manipulación de la variación natural existente, la cual a partir de la variación fenotípica obtiene como resultado la variación en el desarrollo de la edad, variación ambiental y variación genética. Se considera que sólo es eficaz cuando se combinan todas las experiencias silvícolas y de MGF para obtener los productos forestales más redituables lo más rápido y económicamente posible (Zobel y Talbert, 1988). Esta actividad ha demostrado ser no solamente económicamente justificable, si

no la mejor opción para acometer y demostrar la efectividad de los programas masivos de reforestación, cambiando el uso de tierras con técnicas de mayor sustentabilidad (Pérez *et al.*, 1999a).

2.2.1 Programa de mejoramiento genético forestal

Los programas de plantaciones requieren grandes cantidades de semilla, de preferencia mejorada genéticamente, para asegurar una mayor productividad. Para ello se establecen programas de MGF los cuales están enfocados en satisfacer la demanda, tanto en el menor tiempo posible, como que sea redituable. El abasto oportuno y seguro de la semilla se logra con el establecimiento y manejo adecuado de los huertos semilleros, que son la última etapa de cada ciclo de mejoramiento genético forestal. Por lo tanto el valor superior del mismo se demuestra con pruebas de progenie, que son esenciales así como aplicar algún tipo de selección con la expectativa de obtener una ganancia genética (Zobel y Talbert, 1988; Valencia, 1992; Wellendorf y Ditlevsen, 1992).

Por otra parte Badilla y Murillo (1999) mencionan que los programas semilleros se proponen el abastecer la demanda de semilla de la mejor calidad y el menos costo posible para la reforestación. Nienstaedt (1990) establece como estrategia de selección y cruzamiento en el desarrollo de un programa de MGF dos estrategias que se deben realizar en forma simultánea que son a corto y a largo plazo.

2.2.2 Estrategias a corto y largo plazo

Una fuente semillera, es aquella que ha sido objeto de al menos, una selección fenotípica relacionada con las características de producción forestal requeridas en una región y cuenta con un soporte de información geográfica y biológica para su manejo y distribución (Márquez *et al.*, 2009). Por lo que en todo programa de reforestación a gran escala, con especies nativas o exóticas, coníferas o latifoliadas, es básica la utilización de semillas genéticamente mejoradas, que permitan obtener mejores rendimientos. Lo anterior obliga a desarrollar actividades de mejoramiento genético forestal como una herramienta adicional de la silvicultura. En este campo se pueden considerar dos

alternativas para la producción de semilla mejorada a corto y largo plazo, los rodales y huertos semilleros respectivamente (Isaza, 1995).

Una estrategia considerada fundamental a corto plazo, es el establecimiento de áreas semilleras en las cuales es obligatoria la inclusión de una superficie central (área de certificación) y una franja de protección (Cornejo *et al.*, 2009). Los rodales semilleros se utilizan con mucha frecuencia en programas incipientes, especialmente en aquellos que involucran especies introducidas. Las áreas semilleras se emplean sólo limitadamente por aquellas instituciones con programas avanzados de mejoramiento genético forestal. Debe subrayarse que estas áreas se utilizan en general como fuentes provisionales de semilla en el mejoramiento genético forestal, y se excluyen a medida que se cuenta con semilla genéticamente mejorada que proviene de huertos semilleros (Zobel y Talbert, 1988).

Ha sido relevante el establecimiento de rodales semilleros, sobre todo tomando en cuenta que la utilidad de estos radica en una serie de atributos que los hace muy importantes, para programas jóvenes que no tienen otras fuentes más avanzadas de producción de semilla. Entre estos se puede destacar la capacidad de producir semilla de mejor calidad genética a muy corto plazo, la posibilidad de desarrollar razas locales adaptadas al sitio de introducción y la concentración de operaciones de recolección en una sola área (Mesén, 1995). Por otro lado Nienstaedt (1990) señala que estas estrategias de cruzamiento y selección a corto plazo son simples y baratas, las cuales con planeación y cooperación es posible transformar a programas a largo plazo.

Como una estrategia a largo plazo la constituyen los huertos semilleros, que en consecuencia del trabajo de selección en bosques naturales ha fructificado en el establecimiento de pruebas genéticas que están en proceso de conversión a ello (Márquez *et al.*, 2009).

Por otra parte Zobel y Talbert (1988) consideran que un HS es un área o una plantación de clones o progenies seleccionados que se aíslan o manejan para evitar o reducir la polinización de fuentes externas, y que se maneja para producir frecuentes cosechas de semillas, abundantes y fácilmente obtenibles.

Salazar y Boshier (1989) definen al HS como una plantación establecida para producción de semillas, utilizando material genéticamente superior y probado, mientras que un rodal semillero es una plantación para la producción de semilla, a la cual se

eliminan todos los individuos indeseables. Más sin embargo se debe tomar en cuenta que el huerto semillero ha sido el principal medio para hacer efectivas las ganancias genéticas que se obtienen como resultado del esfuerzo combinado de los programas de selección y mejoramiento (Granhof, 1991).

Zobel y Talbert (1988) mencionan que existen varios métodos que pueden utilizarse para obtener semilla genéticamente mejorada para siembra inmediata. Esos son generalmente de naturaleza provisional por el hecho de que dejan de utilizarse cuando se dispone de un HS permanente, siendo una estrategia de mediano y largo plazo. Más sin embargo Pérez *et al.* (1999b) mencionan, que el establecimiento de los huertos semilleros ha permitido obtener semillas de alta calidad genética en un tiempo relevante corto.

Así mismo los Huertos Semilleros Clonales son plantados usando material vegetativo (injertos, estacas derivadas de cultivos de tejidos) de fenotipos seleccionados (árboles plus), establecidos en áreas con un buen aislamiento, bajo condiciones favorables para la floración y fertilización de flores y manejadas para la máxima producción de semilla. Es indispensable mantener cuidadosamente la identidad de cada rameto (clon) por medio de etiquetas o mapas. Una característica de los HSC es que se busca maximizar la producción de semilla dando énfasis al desarrollo de copas, lo que se logra mediante un espacio amplio. Es de gran importancia tomar en cuenta que el establecimiento de un HSC debe estar precedido, o al menos seguido lo antes posible, por el establecimiento de pruebas de progenie (Granhof, 1991).

Estos se clasifican comúnmente de acuerdo a con la generación; es decir, los huertos de primera generación, de segunda generación o de generación más avanzada, dependiendo de cuantos ciclos de mejoramiento presenten (Zobel y Talbert, 1988). Por otro lado Granhof (1991) menciona que los HS generalmente se identifican siempre por la generación, dependiendo del número de ciclos que convengan.

Para realizar el establecimiento, localización y manejo del huerto se debe tomar las siguientes consideraciones: para su localización estar pendientes de la accesibilidad, disponibilidad de potencial de mano de obra, textura y fertilidad de suelo, ventilación, suministro de agua, localización geográfica, aislamiento, libre de insectos, enfermedades y plagas de animales destructivos, el tipo de suelo, la fertilidad, el drenaje, etc. afectan el crecimiento vegetativo y la floración, así como la cantidad y

calidad de semilla producida, por lo que se debe tener un control en estos factores. El tamaño del huerto, va de acuerdo con la cantidad de semilla que se desee producir (Zobel y Talbert, 1988; Granhof, 1991).

2.3 Programa de mejoramiento genético forestal del estado de Chihuahua

Desde marzo de 1987, en el estado de Chihuahua ha iniciado un programa de mejoramiento genético forestal, con el cual se pretende rescatar la calidad genética perdida, y devolverla a los bosques del futuro, reducir los turnos comerciales y abastecer de semilla certificada a los programas de reforestación del estado. A través de los rodales semilleros, áreas semilleras y HS se pretende obtener una producción masiva de semilla mejorada con el objetivo de incrementar en lo posible la producción y el mejoramiento de la calidad de la madera con semilla de calidad genética aceptable y de origen geográfico conocido (Flores, 1999).

3 UBICACIÓN DEL HUERTO SEMILLERO Y CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

3.1 Localización y acceso

El huerto semillero se ubica en el ejido El Largo y Anexos, que está situado en el municipio de Madera, al noroeste del estado de Chihuahua, se localiza en el Rancho El Largo Maderal, en las coordenadas 29° 40' 46.96" latitud norte y 108° 17' 18.57" longitud oeste, con una altitud de 2217 m.s.n.m.

Para llegar al área de estudio, desde el aserradero del poblado de Mesa del Huracán, hasta el huerto semillero clonal son aproximadamente 5.953 km, bajando hasta el poblado de El Largo Maderal con 3.960 km de carretera y 1.993 km de terracería hasta llegar al área de estudio (Figura 1).

3.2 Características ecológicas

3.2.1 Orografía

Esta situado al norte de la sierra madre occidental, y sus terrenos son de aptitud forestal. Las zonas aledañas están constituidas por barrancas y mesetas principalmente (Zepeda, 1998). Se encuentra entre las llanuras del Istmo, colindando con las Sierras de los Tuxtlas, orientales (CONABIO, 1995). Así como entre las llanuras occidentales del estado y la Sierra Madre Chihuahuense que va de norte a sur, formada por una serie continua de cordilleras, cerros y barrancas, que constituyen una zona abrupta y quebrada, lo cual hace casi inaccesible la comunicación en esta región. Al norte se ensancha la Sierra Madre y se une con varias serranías. En la zona oriental hay grandes planicies que alcanzan hasta 2,200 m.s.n.m. (Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, 2013).

3.2.2 Tipo de suelo

El área de estudio comprende suelos de tipo Feozem háplico (Hh), (INIFAP y CONABIO, 1995). El cual posee un horizonte mólico, la saturación en bases es del 50 % como mínimo y no existe carbonato cálcico libre en la matriz del suelo,

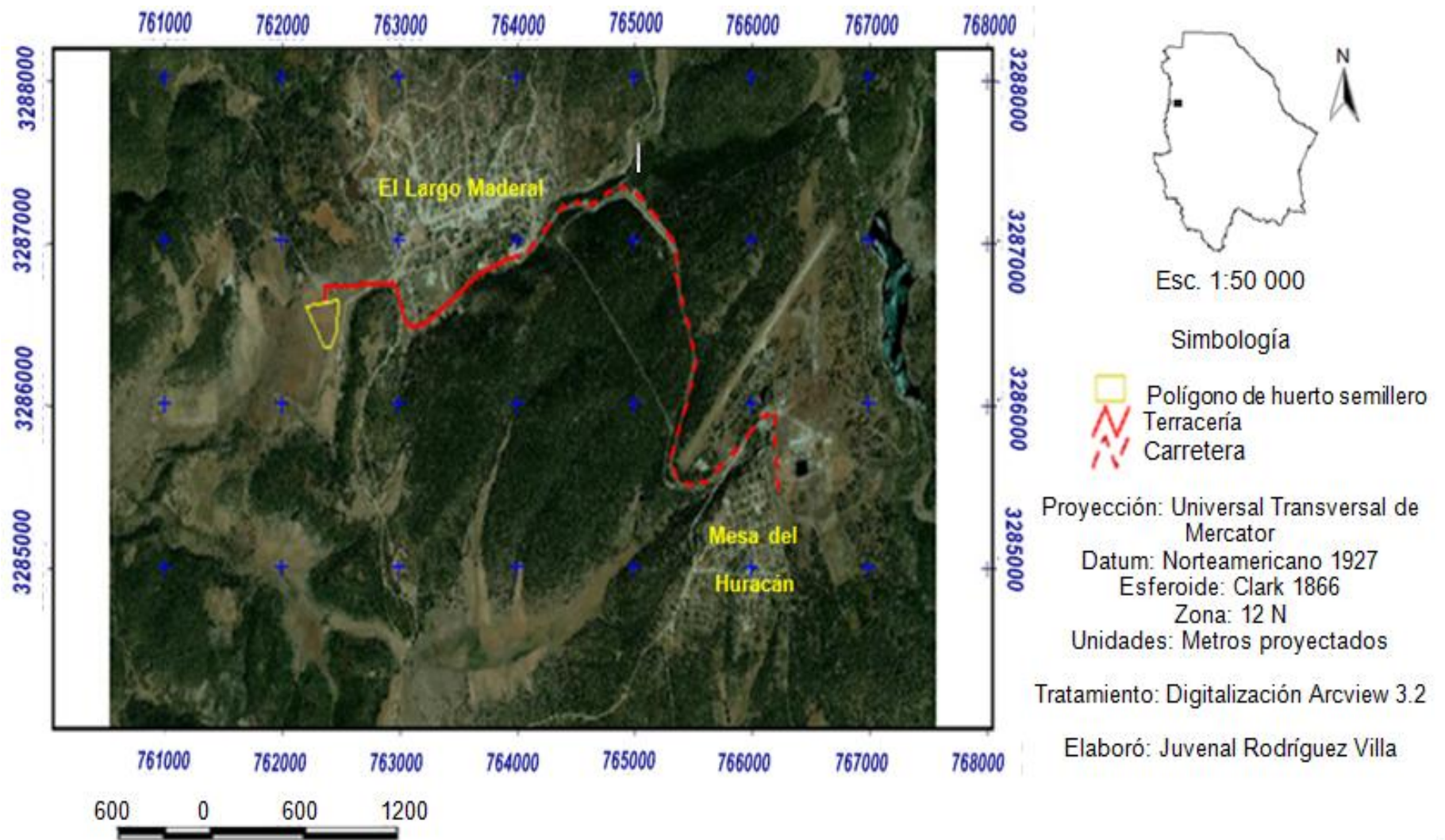
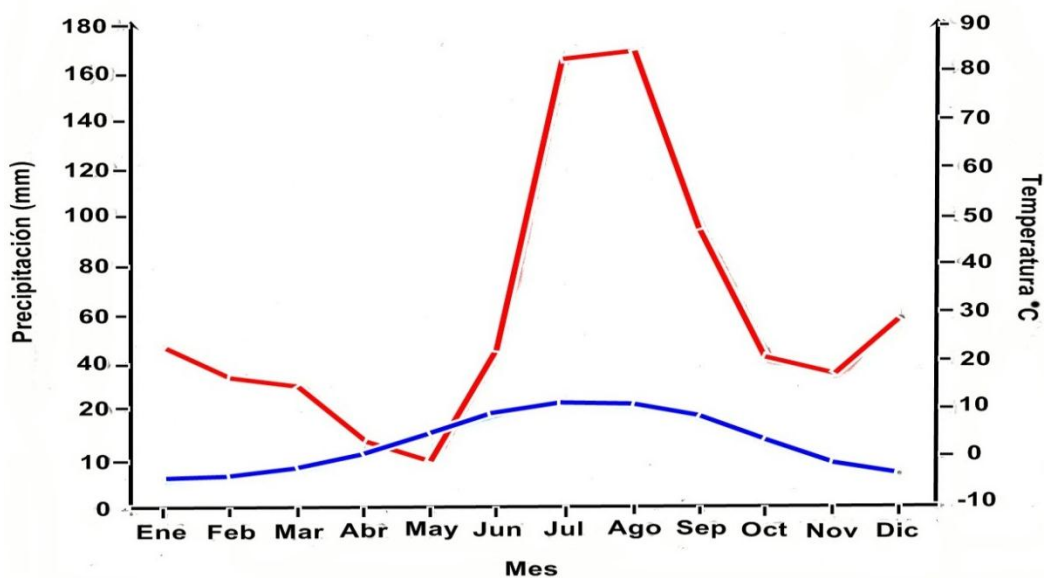


Figura 1. Ubicación del huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm. “Chito Olivas”, El Largo Maderal, municipio de Madera, Chihuahua.

ambas condiciones se dan en los primeros 100 cm, o hasta un contacto lítico o paralítico u horizonte petrocálcico, que estén situados entre 25 a 100 cm (IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2007). Son de reacción neutra con un Ph de 6.6, presentan entre 1 y 3% de materia orgánica, cuenta con una salinidad del 18.2 % y contando con un contenido de arcilla del 20 al 45% en los primeros 100 cm (INEGI, 1998).

3.2.3 Clima

Se encuentra un clima Cb'(w1)x' (semifrío, subhúmedo) con una temperatura media anual entre 5 °C y 12 °C, temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C, temperatura del mes más caliente bajo 22 °C. Una precipitación media anual de 1,000 a 1,500 mm, precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2 % del total anual (García y CONABIO, 1998). (Figura 2, Apéndice 1) el periodo más seco, en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media (como aproximación a la sequía estacional), se encuentra en los meses de abril y mayo.



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tm °C	-3.7	-3.3	-1.2	2	5.1	9.4	11.9	11.4	9.3	4.4	-0.5	-3
P (mm)	47.3	35	31.8	13.8	10.4	47.2	166.9	168.3	94.5	41.5	33.6	50.8

Figura 2. Diagrama ombrotérmico de la estación 8103 Mesa del Huracán, Madera, Chihuahua, periodo de 1951 al 2010 (SMN, 2013).

4 ESTABLECIMIENTO DEL HUERTO SEMILLERO

4.1 Localización de áreas para huertos semilleros

Para el establecimiento de los huertos semilleros clonales, se tomaron criterios a ser evaluados como el agua, siendo el riego una práctica frecuente en la gestión de los huertos semilleros, que tiene su efecto positivo en la producción de conos; otra es el aislamiento de los huertos a la contaminación de polen ajeno, por la proximidad de las masas de la misma especie, o de otra susceptible de hibridación; y las condiciones climáticas, tomando en cuenta que en cualquier caso, deben evitarse estaciones donde las heladas, la sequía y el viento ejerzan efectos adversos sobre las plantas y conduzcan a una disminución en la producción de semilla (Flores *et al.*, 2004). Las condiciones mencionadas se buscaron para que fuera establecido el huerto semillero clonal “Chito Olivas”, el cual está ubicado en un terreno de Rancho El Largo Maderal, Madera, Chihuahua (Figura 3, Apéndice 5).



Figura 3. Ubicación del huerto semillero clonal “Chito Olivas”, en El Largo Maderal, municipio de Madera, Chihuahua (17 de agosto de 2012).

4.2 Tamaño y forma del huerto semillero

El tamaño apropiado del huerto está determinado por la cantidad de semilla necesaria, tomando en cuenta que varía con la especie, la localización, la disponibilidad de semilla de otras fuentes y las necesidades y costos de la semilla, por ejemplo en el sur no se considera un huerto operativo al menos que tenga 2 ha. de la misma manera si se desean incluir suficientes clones para producir al mínimo las cruzas entre organismos emparentados mediante una base genética adecuadamente amplia, se necesita por lo general un huerto de por lo menos 0.4 ha. La superficie de los huertos semilleros es variable, aunque, para optimizar la producción no debe ser menor de 3 a 4 ha (Zobel y Talbert, 1998). Tomando en cuenta las consideraciones mencionada, se estableció el HSC “Chito Olivas” del ejido El Largo y Anexos, el cual cuenta con una superficie de 7.0871 ha (Figura 4). Así como para abastecer la producción de semilla requerida por los programas de reforestación que demanda el ejido.

4.3 Árboles selectos

Para la colecta de púas se debe considerar que un árbol superior o plus es un árbol que se ha recomendado para ser utilizado en un huerto de investigación o producción, después de haberlo evaluado. Tiene un fenotipo superior en crecimiento, forma u otras características deseables, y parece ser adaptable. Aunque no se ha verificado su valor genético existe una probabilidad alta de que tenga un buen genotipo. Cabe señalar que debido a que la selección se basa únicamente en el fenotipo del árbol, es necesario que para la mayoría de las características seleccionadas debe ir seguida de una prueba de progenie para determinar si el árbol seleccionado es en realidad genéticamente superior; siendo especialmente necesario en el caso de características de baja heredabilidad (Flores, 2000).

Posteriormente se explica el procedimiento que se utilizó en la selección de árboles superiores en el estado de Chihuahua los cuales fueron de gran utilidad para establecer el huerto semillero clonal (Flores, 2000) (Ver formato de ejemplo de llenado en el Apéndice 2).

TERRENO PARA EL HUERTO SEMILLERO

SUP. TOTAL 7-08-71 Ha.

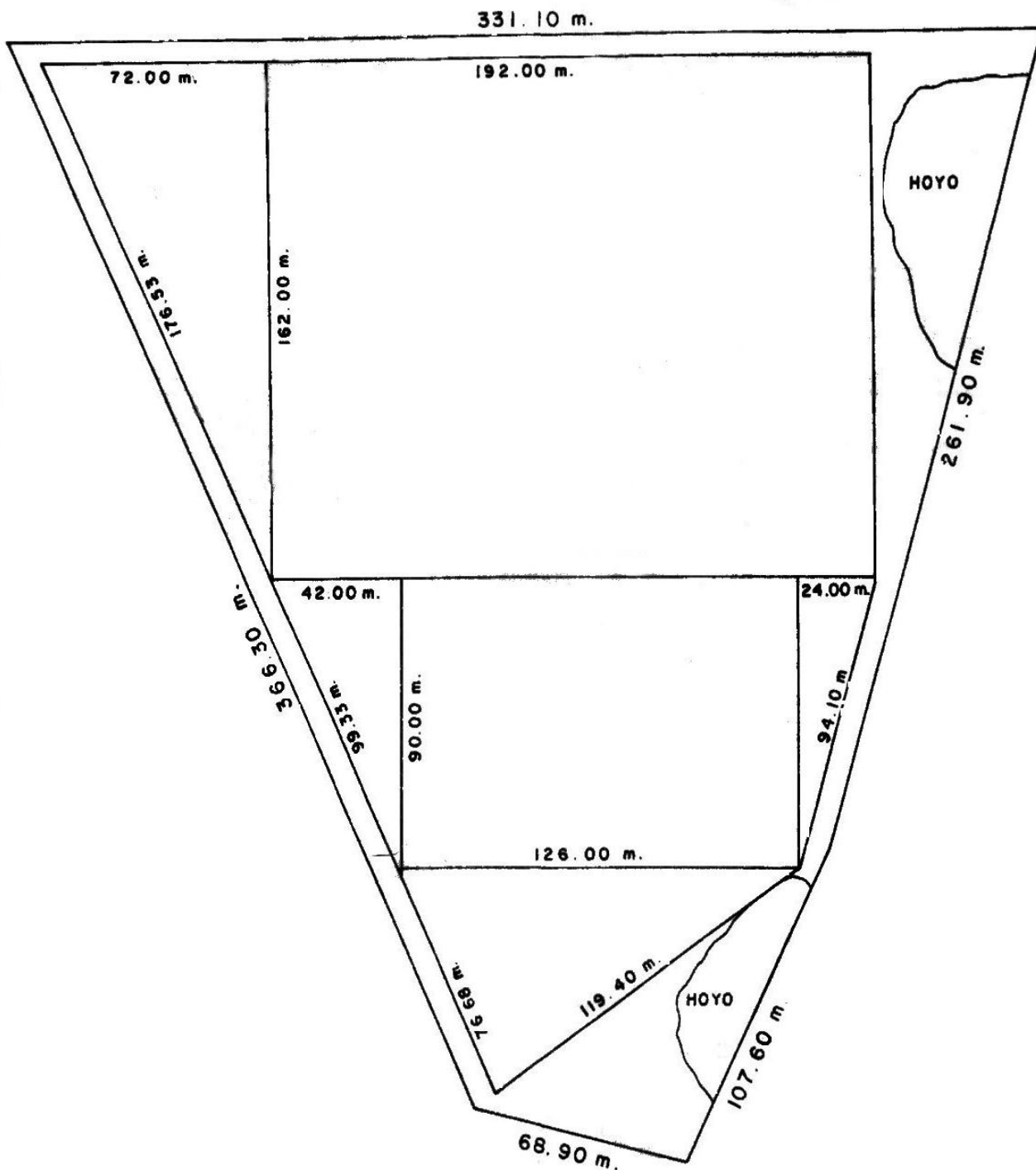


Figura 4. Plano en que se muestra el tamaño y forma del huerto semillero clonal "Chito Olivas" en El Largo Maderal, municipio de Madera, Chihuahua (Imagen: Jacob Aquilino Molina Sánchez, 2012).

Consideraciones preliminares

- a) Conocimiento de los objetivos del programa de mejoramiento genético forestal propuesto.
- b) Análisis de las características anatómicas y morfológicas de la especie o especies a seleccionar, para evitar confusión en la identificación de las especies en el campo (Ejemplo, *Pinus arizonica* con *Pinus cooperi* en el sur de Chihuahua pueden confundirse).
- c) Información y observaciones de la variación de las características fenotípicas en la especie y entre especies (estudios de variación morfológica).
- d) Información de aspectos ecológicos y la distribución de la especie (facilita la selección de rodales).
- e) Conocimiento de la situación legal del rodal o áreas forestales seleccionadas (la presencia de litigios pueden traer problemas).

Consideraciones en la selección de rodales

- a) La selección de árboles es mejor cuando se realiza en rodales coetáneos con edades deseables, de esta manera las expresiones fenotípicas no se confunden con los efectos de la edad (en edades juveniles el fenotipo esta parcialmente definido, por lo tanto es necesario esperar más tiempo, que puede estar sobre la base de un turno o a un estado de madurez reproductiva).
- b) Los rodales donde se buscarán los árboles selectos deberán ser de la misma variedad de áreas que aquellas donde se van a establecer las plantaciones de semilla mejorada.
- c) La selección debe hacerse en rodales maduros, ya que presentan un fenotipo definido.
- d) De preferencia la selección se desarrollaría en rodales que sean puros.
- e) El tamaño de rodal en el cuál se puede localizar el árbol superior no es importante, siempre y cuando se tenga un tamaño lo suficiente para elegir árboles por comparación.

Consideraciones en la selección del árbol

- a) La calidad del árbol a buscar en rodales debe ser en promedio o mejores en cuanto a crecimiento, poda, rectitud u otra característica de interés (este punto es relativo, se debe tener conocimiento de los fenotipos presentes en la región de estudio).
- b) La selección de los árboles debe realizarse de manera uniforme a través de toda la región de interés y considerando la accesibilidad a éstas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relación de árboles superiores de *Pinus arizonica* Engelm. que forman el huerto semillero clonal “Chito Olivas” del ejido El Largo y Anexos (Flores, 2000).

N _o de árboles	Clon	Paraje	N _o de árboles	Clon	Paraje
1	A230a	Bajío Del Sol	22	A209b	El Tres
2	A202	La Cuna	23	A243	Los Corrales
3	A230b	La Montosa	24	A204b	El Cuatro
4	A206	M. El Poleo	25	A203	El Cuatro
5	A215	A° El Poleo	26	A262	Los Corrales
6	A216	A° El Poleo	27	A260	Los Corrales
7	A218	R. La Cuna	28	A234	La Chinaca
8	A210	El Poleo	29	A257	El Aserrín
9	A209a	A° El Poleo	30	A268	El Aserrín
10	A204a	M. El Poleo	31	A258	El Aserrín
11	A217	A° El Poleo	32	A266	El Aserrín
12	A212	A° El Poleo	33	A241	La Cabaña
13	A261	Los Corrales	34	A232	G. Las Playas
14	A263	Los Corrales	35	A240	La Cabaña
15	A248	Los Corrales	36	A213	A° El Poleo
16	A246	Los Corrales	37	A226	Lagunas Altas
17	A244	Los Corrales	38	A224	Lagunas Altas
18	A239	Los Corrales	39	A229	Bajío Del Sol
19	A238	Los Corrales	40	A219	C. Mojoneras
20	A259	Los Corrales	41	A223	R. El Salto
21	A279	Los Corrales	42	A228	Bajío Del Sol

- c) En el rodal debe realizarse la búsqueda de árboles superiores de manera sistemática para no pasar por alto buenos ejemplares.

- d) Para reducir la consanguinidad por seleccionar árboles cercanos, que pueden tener parentesco se deja un mínimo de 100 m entre árboles selectos.
- e) Se recomienda para la evaluación de los árboles superiores, el sistema mediante árboles testigos o por comparación. Por la razón de que los árboles seleccionados explicarían las diferencias ambientales dentro de los rodales y la selección es más objetiva, por lo que hubo clones que se seleccionaron de diferentes parajes.
- a) Detectar aquellos árboles que a simple vista son sobresalientes por una o dos características. Comúnmente se facilita revisar los árboles dominantes y simultáneamente de buena rectitud.
- b) Revisar en las cuatro caras del árbol candidato, la rectitud, además la copa y la poda, dentro de los rangos que de forma subjetiva se han considerado para cada región. Si estas características son aceptables al compararlas visualmente con los árboles adyacentes se procede a tomar la edad.
- c) Si los objetivos del programa se tiene prioridad por ejemplo a la característica incremento en volumen, entonces, además de que el árbol cumplió con buenas características como rectitud de fuste, la copa y la poda, se debe dirigir la selección a aquellos árboles de mayor diámetro con respecto a los adyacentes, de esta se manera obtendría más puntaje en volumen a una edad encontrada. Para asegurar que realmente este árbol seleccionado es aceptable, es necesario compararlo con los testigos. Es necesario tener tablas de volúmenes locales.
- d) Frecuentemente los rodales suelen ser grandes, donde la posibilidad de localizar más de un árbol superior se presenta, en estas condiciones se revisa en un radio aproximado de 100 m la posibilidad de encontrar un árbol mejor al localizado.
- e) Se rechaza el árbol que se encuentra atacado por enfermedades o insectos. Sin embargo es común encontrar árboles de muy buenas características fenotípicas que fueron atacados por insectos o enfermedades y que en el momento sólo presenta vestigios del daño, por lo tanto fueron resistentes al ataque y es necesario seleccionarlos.
- f) Después de haber localizado y decidido evaluar el árbol, se seleccionan a cinco árboles para comparación, estos deben tener características y dimensiones similares al árbol a evaluar. Estos cinco árboles al igual que al candidato deben

mostrar una copa en posición dominante o codominante y estar creciendo en condiciones de competencia que sean similares a las del árbol candidato. Existen casos donde el árbol candidato se encuentra en terrenos inclinados, en este caso los árboles para comparación deben seleccionarse aproximadamente en la misma curva de nivel que el árbol candidato, esto es con el propósito de que éste no se compare con árboles que crecen en un sitio deficiente. En la práctica algunas veces es difícil encontrar cinco árboles para comparar, pero tres son suficientes.

- g) En otras ocasiones suele presentarse un árbol aislado y con características fenotípicas muy deseables, sin embargo carece de testigos; en este caso puede ser seleccionado siempre y cuando presente buenas características fenotípicas y el que lo selecciona tenga conocimiento de la variabilidad de la especie, este método se denomina de valoración individual.
- h) Es importante mencionar que en este sistema se obliga a quien hace la selección a observar críticamente las características del árbol. Esta evaluación realizada no representa la decisión final acerca de si un árbol se utilizará para siempre en el huerto semillero, sino lo que finalmente da la decisión es después de haber efectuado la prueba de progenie.
- i) Este procedimiento tiene diferencias sobre todo cuando se evalúan diferentes especies de pino, ya que unos se evalúan más rigurosos que otros, por las características fenotípicas variables.

4.4 Colecta de púas de árboles selectos

Se colectaron púas de un tercio del árbol en la parte superior para evitar el geotropismo negativo tomando en cuenta las que tenían mejores características para el injertado a realizar, este proceso se realizó ya que se tenía ubicado el árbol seleccionado el cual cumplió con las características deseadas para tomarlo como clon, en comparación con la población aledaña, en el que se tenía que subir alguien de los encargados de la colecta a realizar el trabajo (Figura 5).



Figura 5. Colecta de púas en árboles seleccionados de *Pinus arizonica* Engelm. en el estado de Chihuahua (Foto: Celestino Flores López, 2000).

4.5 Proceso de injertado

Para realizar los injertos de los clones se utilizaron dos procedimientos de púas: el de hendidura simple y el inglés o de lengüeta. El primero indica que son porciones de tallo, de brotes basales y/o laterales, de sección cuadrangular, de 6 a 8 cm de longitud y 0.4 a 0.6 mm de diámetro, con 2 a 3 yemas dormidas (Venturini, 2010).

De acuerdo con Dorman (1976) el procedimiento para realizar este tipo de injertos es el siguiente (Figura 6).

- a) Elegir el árbol que fue selecto para obtener la púa.
- b) Elegir y cortar las púas más succulentas a una altura de 1 ¼" de tallo el cual será insertado en la planta que se desea injertar.
- c) Después se corta el patrón en el que vamos a injertar el rameto tomando en cuenta 2" de la última yema de crecimiento, y rajarla a la mitad en forma vertical a una longitud de 1 ¼" en donde será insertada la púa.
- d) Insertar la púa en la planta se injerta, en la cual la unión se debe cubrir con una cinta banda toda la inserción, y después se deberá cubrir misma con cera.

- e) Cubrir el injerto con una bolsa de polietileno sin que lo apriete, haciendo un pequeño amarre en la parte de abajo para mantenerla en el lugar, y ya puesta se hacen unos cortes en la parte superior de la bolsa.

En segunda parte se utilizó el injerto de púa (Inglés o lengüeta), en el cual se debe hacer un corte tanto en el patrón como en el injerto en forma de lengüeta, tomando en cuenta que los diámetros son de la misma medida, se juntan tratando de que los cambium queden en contacto para que de resultado el injerto (Figura 7), en lo posterior se puede amarrar o cubrir con una bolsa para hacer que tenga éxito, descubriéndose después de que la púa injertada tiene yemas vivas en crecimiento (Figura 8).

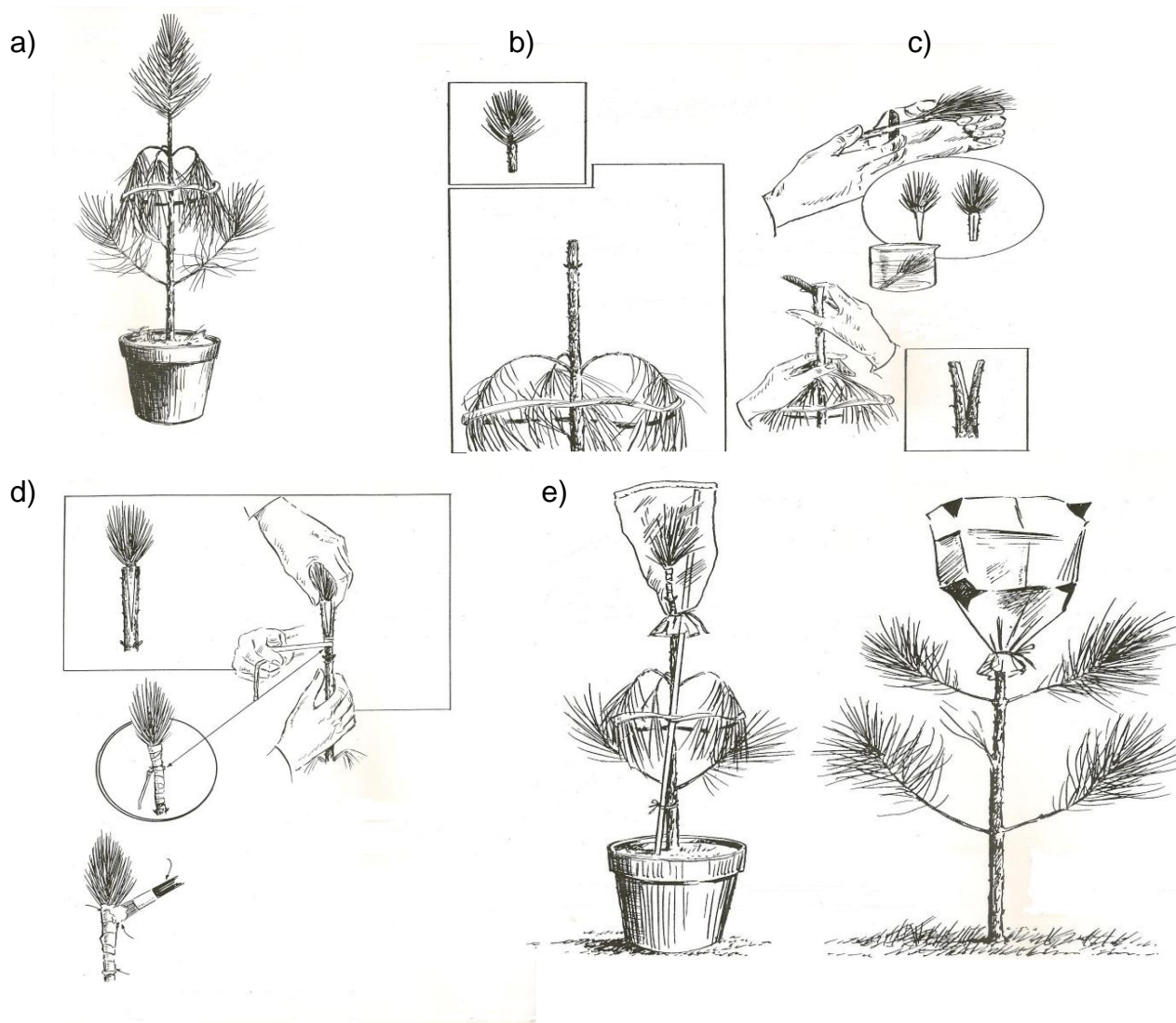


Figura 6. Proceso del injerto de púas de hendidura (Dorman, 1976).



Figura 7. Unión de cortes y forma del injerto (Foto: Jacob Aquilino Molina Sánchez, 2002).



Figura 8. Patrón después de dos meses de injertado (Foto: Jacob Aquilino Molina Sánchez, 2002).

De acuerdo al método que se utilizó desde la colecta de púas hasta el injertado para el establecimiento del huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm. “Chito Olivas” se describirá a continuación, complementando el procedimiento (Figura 9).

- a) Se eligió el árbol plus del cual se colectarían las púas que se utilizarían en la realización de injertos.
- b) Se colectaron púas de aproximadamente 20 cm.

- c) Posteriormente se preparó una hielera con aserrín y hielo para colocar la púa y de la misma manera conservarla, poniéndolas entre el aserrín con una bolsa y el hielo alrededor de la misma.
- d) En seguida se buscó el patrón en el cual se injertaría la púa, cortando la rama de la yema principal, dejando aproximadamente 10 cm de la ramilla libre hacia abajo y cortándola con un cuchillo para insertar la púa.
- e) Se realiza un corte en la púa de la misma longitud que en el patrón para que la inserción quede de la misma medida, realizando así el injerto, se forra por una bolsa adhesiva que cubre el mismo, complementándolo con cera que se unta en la parte inicial y final del injerto para que este tenga más solides.

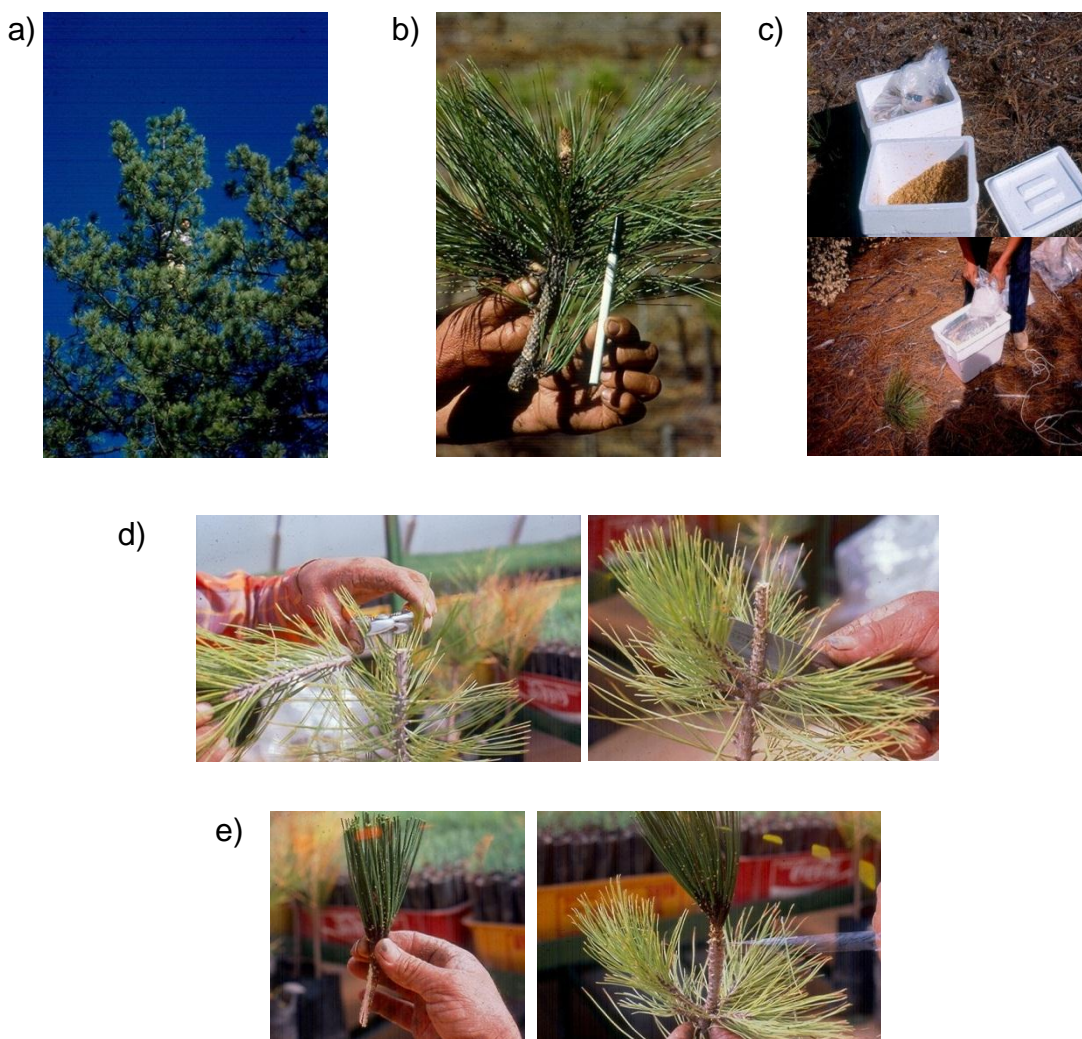


Figura 9. Proceso de injertado utilizado en el huerto semillero clonal “Chito Olivas” de *Pinus arizonica* Engelm. (Fotos: Celestino Flores López, 2002).

4.6 Evaluación de los injertos

En el año 2002 se inició injertando 340 patrones de la misma especie, utilizando las yemas de 10 árboles superiores (clones), de donde se tuvo un prendimiento de 24 injertos (rametos) lo que significa el 7.06% de éxito; lo cual se le atribuye a que no se hizo el injertado en el tiempo adecuado (25 febrero al 8 de marzo). Cuando los árboles están a un en estado latente, y sea ha determinado que lo más recomendable es cuando las yemas empiezan a presentar crecimiento y esto puede variar dependiendo la duración de la temporada fría; experimentando eso y agregando el buen vigor del patrón y las yemas, así como también la experiencia del injertador (Molina, 2012).

En el 2003 se injertaron 620 patrones, con yemas de 12 clones y prendiendo 408 rametos, lo que da el 65.8 % de prendimiento; donde se muestra el éxito por la experiencia (Molina, 2012). Fecha de injerto (13 al 22 de marzo). Para el 2004 se injertaron 985 patrones, con 20 clones provenientes de la zona Madera, y prendieron 630 injertos, dando el 63.9% de prendimiento; la fecha de injerto (2 al 17 de marzo), encontrándose los clones en el estado de crecimiento como se puede observar en la (Figura 10, y Figura 11). El total de injertos logrado fue de 1,062 y para el año 2006 se tuvo una mortandad de un 11.0 % en vivero así como injertos en crecimiento, (Figura 12, Apéndice 6). En el 2007 se injertaron 487 patrones, con yemas de 10 clones y prendieron 221 rametos, lo que indica un éxito de 45.4 %, la fecha de injerto fue del 13 al 23 de Marzo (Molina 2012).



Figura 10. Injertos recién realizados con bolsa de protección (Foto: Celestino Flores López, 9 de marzo de 2004).



Figura 11. Injertos de *Pinus arizonica* Engelm. en protección y cuidado (Foto: Celestino Flores López, 21 de junio de 2004).



Figura 12. Injerto de púa en crecimiento (Foto: Celestino Flores López, 3 de marzo de 2006).

4.7 Diseño de plantación y plantación de injertos

Para establecer el huerto semillero se aflojó el suelo con implementos agrícolas, después se realizó el diseño de distribución de los árboles injertados (rametos), enseguida se cuadrículó en el terreno de acuerdo a dicho diseño 6 x 6 (Figura 14); Teniendo la plantación 1,335 rametos de 42 clones respectivamente, siendo identificados con una etiqueta de aluminio (Apéndice 6). El diseño está orientado en primer lugar a reducir al mínimo las cruzas entre rametos del mismo clon y en segundo lugar favorecer que los rametos del mismo clon sean polinizados por el mayor número posible de clones diferentes en todo el huerto (es decir a evitar que se mantenga un mismo grupo de clones juntos en las diferentes posiciones) (Flores *et al.*, 2004).

En el plano de distribución de los clones en el huerto se consideraron 30 líneas y 60 posiciones por línea, Los clones están ordenados de manera progresiva con base en la clave del árbol superior clonado. El diseño está orientado en primer lugar a reducir al mínimo las cruzas entre rametos del mismo clon y en segundo lugar a favorecer que los rametos del mismo clon sean polinizados por el mayor número posible de clones diferentes en todo el huerto (Figura 13) es decir a evitar que se mantenga un mismo grupo de clones juntos en las diferentes posiciones. Estos dos objetivos son bastante difíciles de lograr cuando hay grandes diferencias en el número de rametos de cada clon como en este caso, donde unos clones sólo tenían 9 rametos, pero otros tenían más de 60 (Flores *et al.*, 2004).

La única forma de evitar esa situación fue utilizar todo el espacio del huerto, pero eso generó un mayor número de huecos intermedios, y se consideró que esta opción fue más razonable, Los rametos sobrantes del clon se pueden plantar en el espacio sobrante del huerto, una vez que se tengan nuevos clones que plantar en los próximos años (es decir, el diseño del huerto permite hacer ampliaciones posteriores, agregando nuevos clones o nuevos rametos, mientras haya espacio disponible) (Flores *et al.*, 2004).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
1	248	259	261	243	238	203	218	206	216	217	248	223	279	259	210	261	229	212	263	248	238	262	279	CASA Y ALMACÉN					217	279	259	204b	210	213	261	228	203	241	279	1		
2	279	210	212	204b	262	209a	202	230a	244	204a	240	213	228	232	241	226	224	219	243	204b	239	203	259	CASA Y ALMACÉN					204a	243	257	240	223	238	248	262	232	226	209a	2		
3	266	209b	219	258	248	279	210	212	243	259	238	203	212	243	218	206	230a	209b	266	204a	261	223	248	CASA Y ALMACÉN					219	209a	202	218	206	230a	216	266	209b	217	243	3		
4	257	215	263	239	229	259	260	261	248	279	204b	262	248	209a	202	216	279	259	244	210	240	213	212	228	241	204b	279	259	210	203	261	263	260	239	212	224	259	244	210	248	4	
5	224	226	241	261	206	213	218	204b	224	263	219	215	279	259	238	248	261	230b	248	279	218	217	238	262	263	210	240	238	248	279	232	239	210	229	243	209a	279	202	206	204a	5	
6		232	223	228	238	279	203	210	202	206	257	239	210	217	262	204b	203	243	209a	259	216	230a	261	204a	248	212	261	243	216	204b	248	279	261	203	248	204b	219	215	218	6		
7		216	248	243	244	259	216	217	228	244	241	261	229	223	232	238	202	241	263	224	204b	226	203	206	209a	209b	230a	223	213	226	212	238	202	213	232	262	263	216	240	7		
8		210	212	240	210	248	209a	266	230a	259	243	212	228	279	259	218	248	212	210	206	219	279	202	244	239	266	218	259	228	262	219	217	204a	259	279	261	230a	238	210	8		
9			261	229	279	261	232	204a	248	279	216	248	209a	204b	260	215	204a	234	244	240	257	228	262	215	238	217	229	202	206	263	230a	218	248	223	228	226	248	259	243	9		
10			262	202	218	239	204b	209b	238	210	240	224	238	230a	261	262	217	213	238	232	248	259	243	212	248	210	279	241	257	224	244	240	210	243	212	268	203	224	229	10		
11			219	206	263	241	246	212	219	202	218	263	210	206	202	219	229	266	216	261	279	209a	216	261	230a	206	263	204a	215	238	258	209b	229	266	232	218	202	262	217	11		
12			203	204a	259	213	223	261	262	243	259	279	248	203	243	226	239	203	223	230a	218	248	210	206	202	262	226	248	259	260	204b	218	232	213	219	206	202	248	209a	230a	219	12
13				229	210	279	216	217	258	209a	213	232	212	230a	244	238	228	257	224	244	209b	217	213	203	243	210	279	248	261	226	212	228	262	243	259	263	210	216	238	14		
14					224	238	204b	240	204a	259	263	218	215	206	234	213	202	219	226	230a	229	204a	241	239	230b	268	224	259	223	268	241	257	246	223	218	258	239	203	224	15		
15					244	230a	218	268	203	202	206	228	223	210	248	259	279	229	261	212	232	240	257	266	228	212	226	213	229	238	279	248	261	232	248	279	241	204a	240	16		
16						212	228	219	246	261	230a	212	261	209b	209a	230b	241	204a	209b	241	259	209a	238	244	262	202	209a	243	240	244	210	239	224	212	215	206	244	226	212	17		
17						261	262	204b	279	248	238	219	262	217	258	239	260	215	244	234	210	204b	216	206	259	210	203	230a	204b	212	217	216	203	209a	213	204b	243	262	228	18		
18						257	243	210	259	244	216	243	204b	279	266	212	238	203	223	248	279	261	263	219	248	279	261	218	204a	262	202	243	260	229	238	209b	217	202	210	19		
19									241	209a	229	224	203	240	259	218	263	210	243	262	217	218	213	204a	212	223	232	209b	239	Reg	228	266	226	230a	210	259	261	257	216	223	20	
20									239	217	226	206	257	241	244	232	261	216	259	240	228	230a	226	258	215	241	224	257	263	248	279	219	241	218	279	263	240	212	224	218	21	
21									232	212	213	204a	202	228	230a	248	209a	204b	224	202	206	229	203	243	262	209a	238	204b	259	210	203	223	244	232	239	248	204a	206	241	203	22	
22									266	260	223	204b	238	262	243	217	213	204a	257	279	244	238	259	216	210	230a	229	243	216	215	218	258	259	204b	203	243	228	266	244	279	23	
23									262	215	261	279	259	210	239	209b	219	212	210	248	266	209a	204b	261	240	202	228	226	213	212	217	209a	261	224	202	262	229	209a	259	219	24	
24									248	203	216	241	258	229	203	215	218	260	230a	232	217	263	219	204a	257	248	206	266	260	223	239	243	237	209b	210	234	217	223	238	202	25	
25									263	218	230a	240	212	206	226	223	244	261	262	241	239	209b	213	212	224	279	244	232	204a	230b	238	240	228	206	212	213	216	215	261	232	26	
26									209a	217	204a	228	232	248	279	210	246	216	240	230b	258	228	218	215	238	240	223	209a	261	262	229	263	259	248	232	204a	230a	218	260	212	27	
27										204b	202	224	259	209a	243	204b	238	229	226	223	203	259	243	262	210	230a	248	202	203	279	219	239	241	266						28		
28										257	238	261	268	263	203	202	224	234	210	209a	263	216	204b	226	258	218	215	216	246	204b	268	262	258	228						29		
29										213	266	244	209b	239	206	279	239	217	212	213	240	257	209b	206	239	217	212	224	226	243	209a	210	229	279						30		
30										206	212	204a	260	226	248	213	266	262	258	232	204a	260	213	248	279	230b	241	219	213	202	230a	226	203	263						31		
31												209a	230a	218	223	215	212	241	240	259	261	244	266	202	219	229	240	238	259	232	261	216	204b	259	224						32	
32												210	203	268	216	217	279	238	228	229	218	238	243	259	228	204a	266	204b	234	244	279	230b	248	257						33		
33												262	229	243	257	209a	210	230a	239	203	206	248	215	261	262	230a	210	209a	263	206	209b	215	202	243						34		
34																244	204a	232	258	226	243	229	234	263	279	244	234	239	203	223	258	212	224	261	238	240				35		
35																206	209b	246	212	224	240	217	216	219	241	232	213	209b	206	218	257	260	259	209a	241	262				36		
36																239	219	263	206	230b	268	262	230a	239	258	202	226	224	212	213	248	217	219	223	258	239				37		
37																228	202	248	261	215	259	228	204a	209b	246	204b	266	230b	217	209a	238	216	240	210	229	203				38		
38																257	218	279	244	243	209a	229	244	206	203	239	243	215	216	204b	226	224	257	San	217	218				39		
39																260	213	258	266	204b	246	210	266	230b	229	260	257	218	263	246	230a	209b	228	259	248	279				40		
40																212	204a	240	238	241	212	202																				

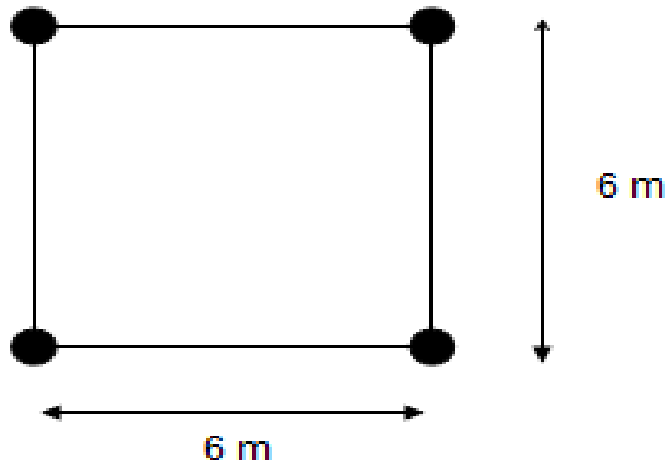


Figura 14. Distanciamiento entre los rametos de la plantación del huerto semillero clonal “Chito Olivas” en cuadro latino (Flores *et al.*, 2004).

5 MANEJO DE HUERTO

5.1 Protección

Se cuenta con un cerco perimetral de 2 m de altura, que cubre las 7.0871 ha, que está conformado con una barda de 0.50 m de alto y completado con malla ciclónica de 1.5 m; ésto con el fin de evitar que el ganado dañe la plantación, así como el vandalismo (Figura 15). Como parte de la vigilancia del huerto y como parte de la estrategia para conservarlo, se construyó una casa para una familia que vigilará y cuidará el huerto, además se tienen un almacén de herramienta y equipo (Figura 16).



Figura 15. Cercado del huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm. (Foto: Celestino Flores López, 23 de diciembre de 2012).



Figura 16. Casa y almacén del huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm. (Foto: Celestino Flores López, 13 de mayo de 2011).

5.2 Manejo de escurrimiento

Por medio de maquinaria de caminos se realizó una zanja en el terreno vecino, esto con el fin de desviar el cauce de un arroyo y evitar la entrada de agua al huerto semillero en temporada de lluvias de verano e invierno, para evitar la mortandad de clones en dichas temporadas (Figura 17).

De la misma manera en la parte sur del huerto se construyeron zanjas derivadora de escorrentía, en sentido de la dirección de la pendiente, para lograr que el agua no se estanque en un sólo lugar, y salga del área de la plantación, tomando en cuenta que de acuerdo a los resultados de las evaluaciones de los clones en esa área de acumulación de agua se ha registrado mayor mortandad.



Figura 17. Zanja derivadora de escorrentía, para evitar encharcamiento dentro de la plantación (Foto: Celestino Flores López, 3 de julio de 2009).

5.3 Riego

Actualmente el riego se ha hecho manualmente apoyándose con un recipiente de 200 litros, pasando entre los espacios de la líneas de la plantación (Figura 18), principalmente en temporada que no hay lluvias. Se tiene instalado un depósito de agua en la parte aledaña del huerto, con una capacidad de 39,938 litros el cual aún no se ha puesto a funcionar (Figura 19).



Figura 18. Riego utilizado para abastecer el huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm. “Chito Olivas” (Foto: Celestino Flores López, 13 de mayo de 2011).

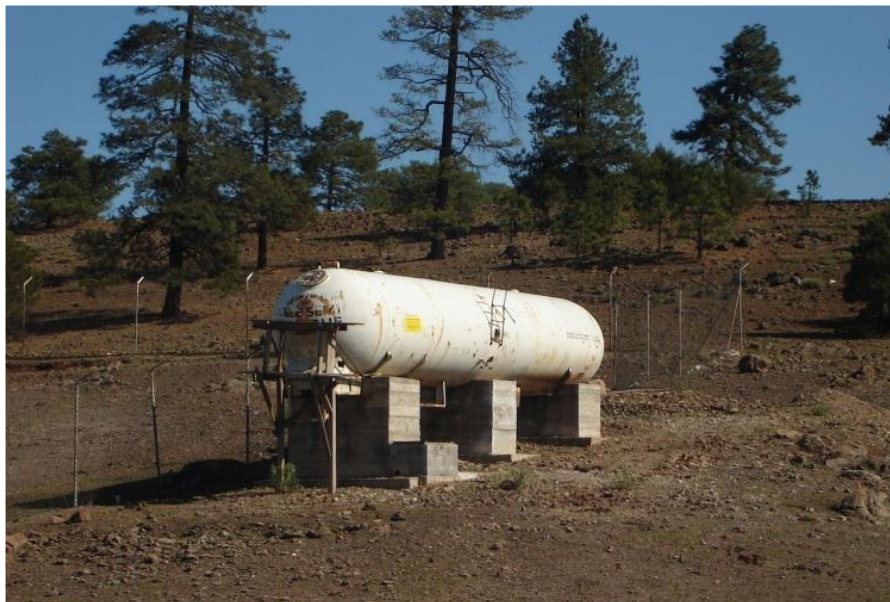


Figura 19. Depósito de agua instalado para abastecer el huerto semillero clonal “Chito Olivas”, con una capacidad de 39,938 litros (Foto: Jacob Aquilino Molina Sánchez, 2012).

5.4 Control de plagas y enfermedades

De acuerdo a los monitoreos oportunos se han detectado algunos daños causados por plagas (Figura 21), los cuales se han combatido a tiempo, se tuvo la presencia de dos tipos de plagas; uno fue el *Dendroctonus rizophagus*, el cual es un insecto descortezador que penetra en la base de árboles jóvenes para ovipositar dentro del cambium de la raíz, en los posteriores días los huevecillos se transforman en larvas, las que se alimentan del cambium del sistema radical, lo que en poco tiempo mata al árbol en que se hospeda; el otro fue el gusano defoliador de 2 a 3 mm de longitud, por lo que fue necesario aplicar de urgencia insecticida a los rametos, cuando empezó el daño. El insecticida aplicado para los dos casos fue: paratión metílico de la Marca Ripar 500 a una dosis 1.0 ml por 1.0 litro (Molina, 2012).

La aplicación para el *Dendroctonus rizophagus* fue un riego en el tallo y suelo (raíz). Para el gusano defoliador se realizó aspersión al follaje, para ambos casos se usó la misma dosis y los resultados fueron positivos, porque se detuvo el daño (Molina 2012) (Figura 20)



Figura 20. Plaguicida paratión metílico de la marca Ripar 500 y su aplicación en tallo y suelo (raíz), para combatir la plaga *Dendroctonus rhizophagus* y el gusano defoliador (Foto: Jacob Aquilino Molina Sánchez, 2009).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40									
1	248	259	261	243	238	203	218	206	216	217	248	223	279	259	210	261	229	212	263	248	238	262	279	CASA Y ALMACÉN														217	279	259	204b	210	213	261	228	203	241	279	1
2	279	210	212	204b	262	209a	202	230a	244	204a	240	213	228	232	241	226	224	219	243	204b	239	203	269															204a	243	257	240	223	238	248	262	232	226	209a	2
3	266	209b	219	258	248	279	210	212	243	259	238	203	212	243	218	206	230a	209b	266	204a	261	223	248															219	209a	202	218	206	230a	216	266	209b	217	243	3
4	257	215	263	239	229	259	260	261	248	279	204b	262	248	209a	202	216	279	259	244	210	240	213	212	228	241	204b	279	259	210	203	261	263	260	239	212	224	259	244	210	248	4								
5	224	226	241	261	206	213	218	204b	224	263	219	215	279	259	238	248	261	230b	248	279	218	217	238	262	263	210	240	238	248	279	232	259	210	229	243	209a	279	202	206	204a	5								
6		232	223	228	238	279	203	210	202	206	257	239	210	217	262	204b	203	243	209a	259	216	230a	261	204a	248	212	261	243	216	204b	248	279	261	203	248	204b	219	215	218	6									
7		216	248	243	244	259	216	217	226	244	241	261	229	223	232	258	202	241	263	224	204b	226	203	206	209a	209b	230a	223	213	226	212	238	202	213	232	262	263	216	240	7									
8		210	212	240	210	248	209a	266	230a	259	243	212	228	279	259	218	248	212	210	206	219	279	202	244	239	266	218	259	228	262	219	217	204a	259	279	261	230a	238	210	8									
9		262	202	218	239	204b	209b	238	210	240	224	238	230a	260	215	204a	234	244	240	257	228	262	215	238	217	229	202	206	263	230a	218	248	223	228	226	248	259	243	9										
10		262	202	218	239	204b	209b	238	210	240	224	238	230a	260	215	204a	234	244	240	257	228	262	215	238	217	229	202	206	263	230a	218	248	223	228	226	248	259	243	10										
11		219	206	263	241	246	212	219	202	218	263	210	206	202	219	229	266	216	261	279	209a	216	261	230a	206	263	204a	215	238	258	209b	229	266	232	218	202	262	217	11										
12		203	204a	259	213	223	261	262	243	259	279	248	203	243	226	239	203	223	230a	218	204b	258	279	223	219	262	217	216	209a	204b	230a	261	239	238	204b	279	261	260	12										
13		226	248	209a	215	260	226	248	266	229	261	216	240	204b	218	248	210	206	202	262	226	248	259	260	204b	218	232	213	219	206	202	203	248	209a	230b	230a	219	13											
14		229	210	279	216	217	258	209a	213	232	212	230a	244	238	228	257	224	244	209b	217	213	203	243	210	279	248	261	226	212	228	262	243	259	263	210	216	238	14											
15		224	238	204b	240	204a	259	263	218	215	206	234	213	202	219	226	230a	229	204a	241	239	230b	268	224	259	223	268	241	257	246	223	218	258	239	203	224	15												
16		244	230a	218	268	203	202	206	228	223	210	248	259	279	229	261	212	232	240	257	228	266	228	212	226	213	229	238	279	248	261	232	248	279	241	204a	240	16											
17		212	228	219	246	261	230a	212	261	209b	209a	230b	241	204a	209b	241	259	209a	238	244	262	202	209a	243	240	244	210	259	224	212	215	206	244	226	212	17													
18		261	262	204b	279	248	238	219	262	217	258	239	260	218	244	234	210	204b	216	206	259	210	203	230a	204b	212	217	216	203	209a	213	204b	243	262	228	18													
19		257	243	210	259	244	216	243	204b	279	266	212	238	203	223	248	279	261	263	219	248	279	261	218	204a	262	202	243	260	229	238	209b	217	202	210	19													
20		241	209a	229	224	203	240	259	218	263	210	243	262	217	218	213	204a	212	223	232	209b	239	Reg	228	266	226	230a	210	259	261	257	216	223	20															
21		239	217	226	206	287	241	244	232	261	216	259	240	228	230a	226	288	215	241	224	257	263	248	279	219	241	218	279	263	240	212	224	218	21															
22		232	212	213	204a	202	228	230a	248	209a	204b	224	202	206	229	203	243	262	209a	238	204b	259	210	203	223	244	232	239	248	204a	206	241	203	22															
23		266	260	223	204b	238	262	243	217	213	204a	257	279	244	238	259	216	210	230a	229	243	216	215	218	258	259	204b	203	243	228	266	244	279	23															
24		262	215	261	279	259	210	239	209b	219	212	210	248	266	209a	204b	261	240	202	228	226	213	212	217	209a	261	224	202	262	229	209a	259	219	24															
25		248	203	216	241	258	229	203	215	218	260	230a	232	217	263	219	204a	257	248	206	266	260	223	239	243	257	209b	214	234	217	223	238	202	25															
26		263	218	230a	240	212	206	226	223	244	261	262	241	239	209b	213	212	224	279	244	232	204a	230b	238	240	228	206	212	213	216	215	261	232	26															
27		209a	217	204a	228	232	248	279	210	246	216	240	230b	258	228	218	215	238	240	223	209a	261	262	229	263	259	248	232	204a	230a	218	260	212	27															
28		204b	202	224	259	209a	243	204b	238	229	226	223	203	259	243	262	210	230a	248	202	203	279	219	239	241	266	28																						
29		257	238	261	268	263	203	202	224	234	210	209a	263	216	204b	226	258	218	215	216	246	204b	268	262	258	228	29																						
30		213	266	244	209b	239	206	279	219	217	212	213	240	257	209b	206	239	217	212	224	226	243	209a	210	229	279	30																						
31		206	212	204a	260	226	248	213	266	262	258	232	204a	260	213	248	279	230b	241	219	213	202	230a	226	203	263	31																						
32		209a	230a	218	223	215	212	241	240	259	261	244	266	202	219	229	240	238	259	232	261	216	204b	259	224	32																							
33		210	203	268	216	217	279	238	228	223	218	238	243	259	228	204a	266	204b	234	244	279	230b	248	257	33																								
34		262	229	243	257	209a	210	230a	239	203	206	248	215	261	262	230a	210	209a	263	206	209b	215	202	243	34																								
35		244	204a	232	258	226	243	229	234	263	279	244	234	239	203	223	258	212	224	261	238	240	35																										
36		206	209b	246	212	224	240	217	216	219	241	232	213	209b	206	218	257	260	259	209a	241	262	36																										
37		239	219	263	206	230b	268	262	230a	239	258	202	226	224	212	213	248	217	219	223	258	239	37																										
38		228	202	248	261	215	259	228	204a	209b	246	204b	266	230b	217	209a	238	216	240	210	229	203	38																										
39		257	218	279	244	243	209a	223	244	206	203	259	243	215	216	204b	226	224	257	San	217	218	39																										
40		260	213	258	266	204b	246	210	266	230b	229	260	257	218	263	246	230a	209b	228	259	248	279	40																										
41		212	204a	240	238	241	212	202	204b	240	210	261	219	223	204a	244	203	243	212	263	230a	209b	41																										
42		241	232	262	244	261	226	244	224	213	232	262	228	241	239	206	229	260	215	216	204b	210	42																										
43		217	216	263	279	230a	209a	217	212	248	261	232	43	43																																			
44		234	239	248	268	215	238	209b	226	216	230a	258	44																																				
45		219	218	259	204a	260	266	202	204b	210	209a	244	45																																				
46		257	203	206	223	243	229	241	244	206	224	215	46																																				
47		228	241	210	213	262	224	232	261	218	202	243	47																																				

Donde:

Rametos plagados (jul. – ago. 2010)	50
-------------------------------------	----

6 ANÁLISIS DE SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE CLONES

6.1 Supervivencia

En la evaluación realizada en el año del 2009, se presentó una serie de problemas como plagas con *Dendroctonus rhizophagus*, daño en hojas, necrosis, y algunos árboles débiles dañados, los cuales se hacen notar en la segunda evaluación del 2012, donde disminuyen estos daños, pero notablemente aumenta la cantidad de clones muertos; manteniendo así el número de clones muertos por la sequía en las dos evaluaciones, por lo que de cierta forma disminuyen el número de clones sanos. Teniendo una supervivencia de árboles sanos pasando de 57.10 % al 36.20 % en el 2012, disminuyendo principalmente por las causas ya mencionadas, con un total de plantas de 1335 (Figura 22, Figura 23, Figura 24, Figura 25, Figura 26, Figura 27 y Apéndice 3 y 4).

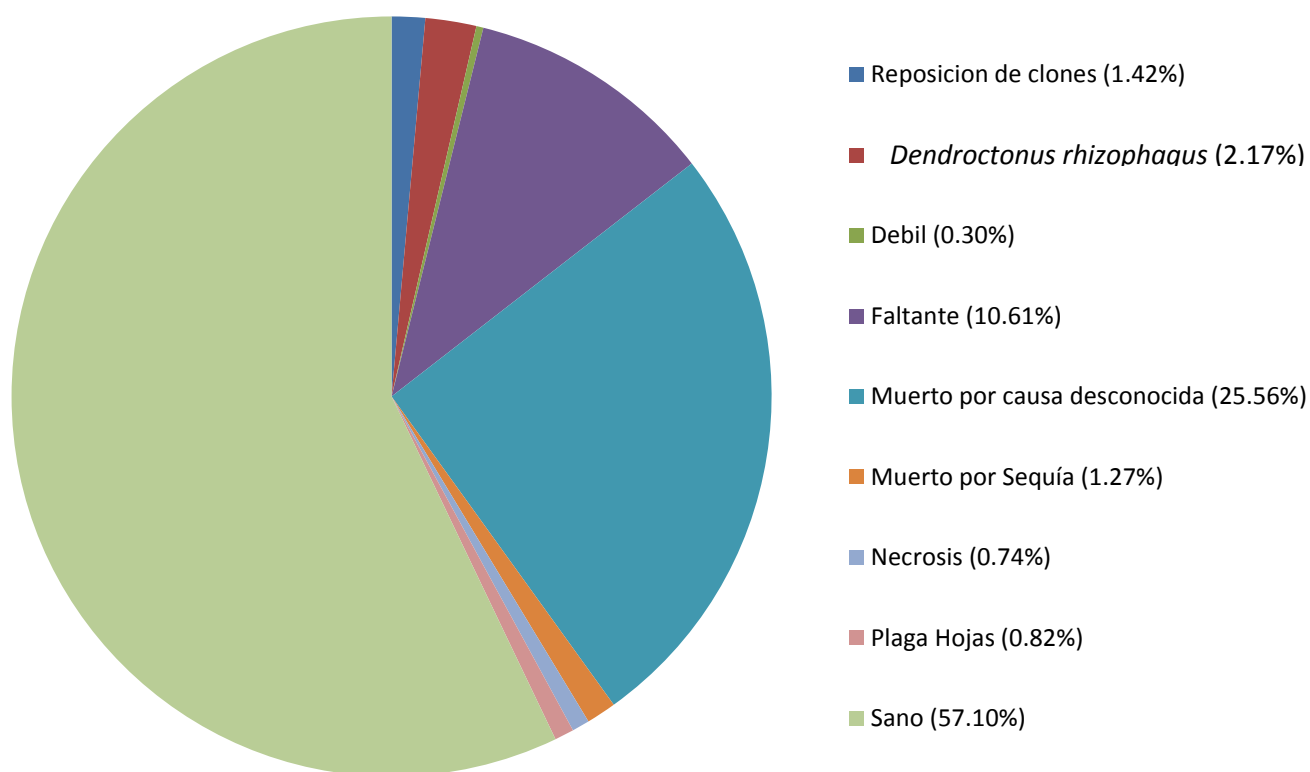


Figura 22. Supervivencia y vigor en que se encuentran los clones establecidos en el huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm. "Chito Olivas" en la evaluación del año 2009.

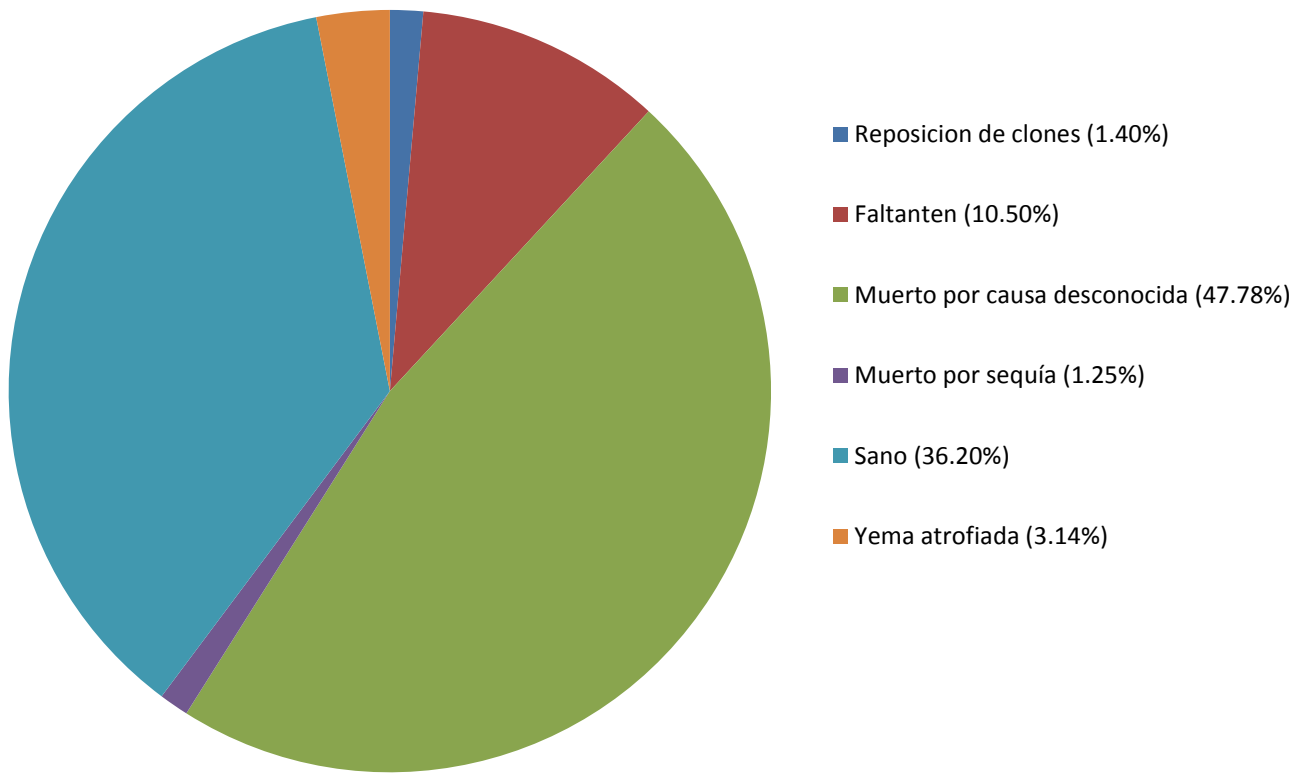


Figura 23. Supervivencia y estado en que se encuentran los clones establecidos en el huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm. "Chito Olivas" en la evaluación del año 2012.



Figura 24. Árboles sanos, huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm. "Chito Olivas" (Foto: Celestino Flores López, 23 de diciembre de 2012).



Figura 25. Árboles muertos por sequía, huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm. “Chito Olivas” (Foto: Celestino Flores López, 2 de julio de 2009).



Figura 26. Árboles con daño en hojas, huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm. “Chito Olivas” (Foto: Celestino Flores López, 2 de julio de 2009).



Figura 27. Árbol con ataque de *Dendroctonus rhizophagus*, huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm. "Chito Olivas" (Foto: Celestino Flores López, 2 de julio de 2009).

6.2 Análisis de crecimiento de clones

Los clones tuvieron un crecimiento uniforme en cuanto a la proporción del año 2009 y el aumento en el 2012, excepto por el clon 204a en el que es mayor en el primer año, esto se debe a los árboles que sobrevivieron de este clon en el 2012 y que se usaron para promediar la altura, tenían menor altura que el promedio del año 2009, en cuanto al resto de los datos se observan los clones que tuvieron menor efectividad con una altura menor de 1 m (219, 223, 224, 226, y 240), fueron los clones que hasta la evaluación del 2012 muestran una altura mayor a dos metros 203, 206, 216, 238, 246, 257, 261, 279, 204b, 209b y 230a de todos el clon 224 fue el que presentó menos vigorosidad, y como mejor clon fue el 209a (Figura 28, Figura 29).

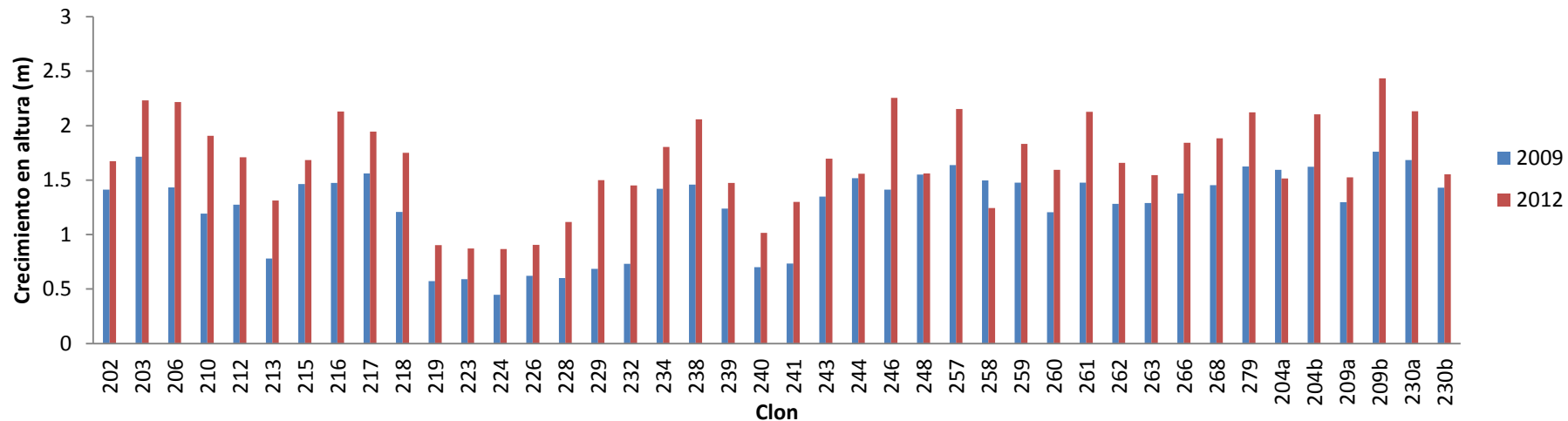


Figura 28. Crecimiento en altura total de los clones de *Pinus arizonica* Engelm., evaluación realizada en el año 2009 y 2012.



Figura 29. Medición de altura de los clones en el huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* Engelm. “Chito Olivas” (Foto: Brenda Judith Villanueva Peña, 17 agosto de 2012).

De acuerdo a la longitud de la yema apical, la cual indica el comportamiento del crecimiento de los clones, se puede observar que es muy considerable el crecimiento que obtuvieron los clones del año 2009 al 2012, en la primera evaluación se tenían alturas mayores a 15 cm con los clones 203 y 216, y en la segunda se alcanzan alturas máximas mayores de 25 cm con los clones 216, 228, 240, 246 y 209b; mientras que los clones que no tuvieron un crecimiento satisfactorio hasta el año 2012, con una longitud de 11 cm fueron 202, 226, y 230b esto se debe a los factores que afectaron los clones como plagas y/o enfermedades, el clon que hasta la última evaluación registró un menor crecimiento fue el 226 con 10 cm de longitud y el clon con un mayor crecimiento hasta esa evaluación fue el 228 con 28 cm de longitud (Figura 30, Figura 31).

En cuanto a la altura total que alcanzaron los injertos hasta la segunda evaluación realizada en el 2012, los mejores alcanzando una altura mayor de 1.75 m (203, 206, 246, 261, 279, 209b y 230a), así como los que tuvieron alturas menores de 1 m (213, 219, 223, 224, 226, 229, 240 y 241), el comportamiento del crecimiento de los clones en cuanto a alturas alcanzadas puede variar por plagas y/o enfermedades que se encontraron, sin tomar en cuenta los injertos muertos por estas causas, de acuerdo a la gráfica, el injerto que más se adaptó presentando una altura mayor de 2 m es el 209b y el que presentó menor altura es el clon 224 y 226 con 0.60 metros (Figura 32, Figura 33, Figura 34).



Figura 30. Medición de la longitud de la yema principal, huerto semillero clonal “Chito Olivas” (Foto: Brenda Judith Villanueva Peña, 17 de agosto de 2012).

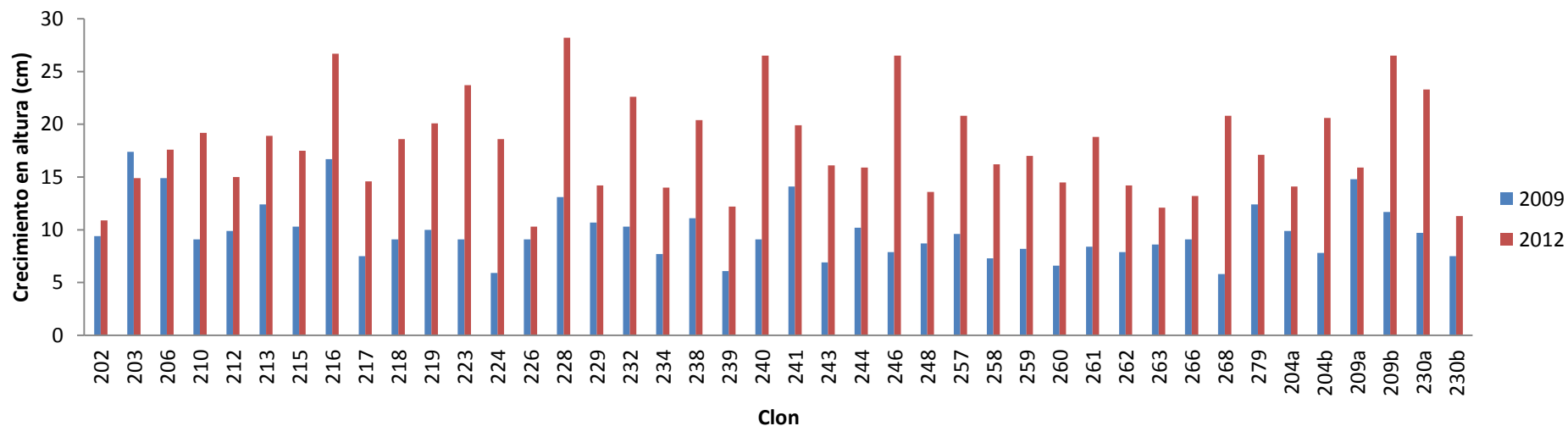


Figura 31. Largo de la yema apical de los clones en dos evaluaciones de los años 2009 y 2012.

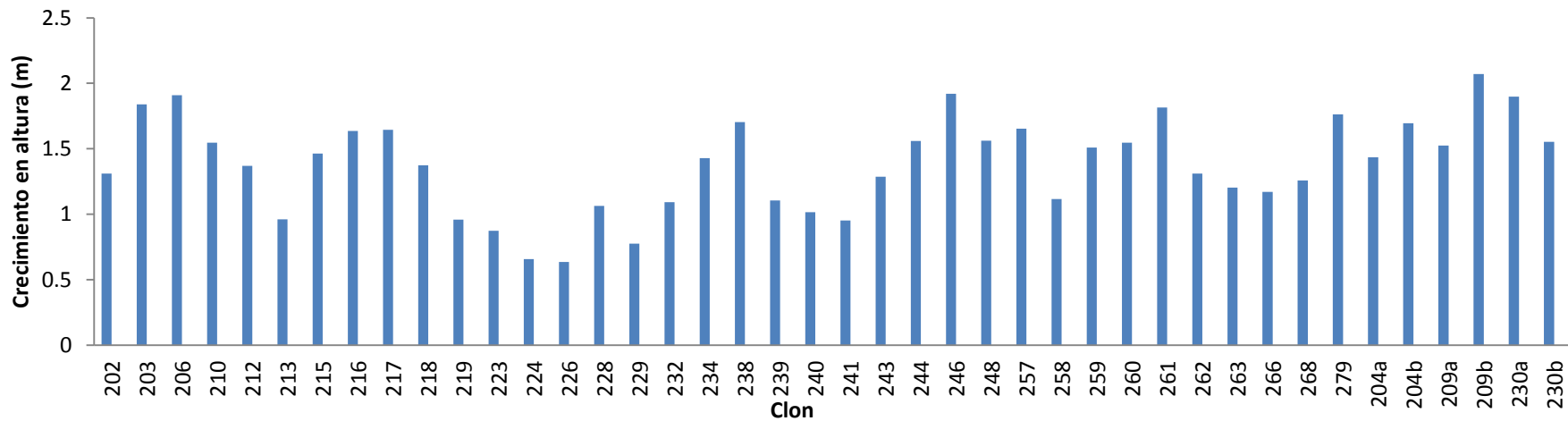


Figura 32. Longitud total del injerto, evaluación realizada en el 2012.



Figura 33. Crecimiento y enganche del injerto, huerto semillero clonal “Chito Olivas” (Foto: Celestino Flores López, 23 de diciembre de 2012).



Figura 34. Medición de altura del injerto, huerto semillero clonal “Chito Olivas” (Foto: Brenda Judith Villanueva Peña, 17 agosto de 2012).

7 RECOMENDACIONES

Para tener un mejor control de la sobrevivencia y vigor de los clones es necesario realizar una evaluación periódica sobre el estado de los mismos, en cuanto a las plagas y/o enfermedades que presentan o tienden a presentar, para atacar a tiempo el problema, así como tener en cuenta la causa principal de mortandad.

Poner en práctica un sistema mecanizado de riego, para evitar la mortandad por sequía, así como habilitar el depósito disponible para almacenamiento de agua con la que cuenta el huerto, y asegurar el abasto de agua para mantener la vigorosidad de los clones.

Tener un registro de las causas que dañan a cada clon para justificar el comportamiento de su crecimiento, y las causas que lo favorecen y perjudican, para saber la causa de éste y no pensar directamente en que el clon seleccionado no se adaptó a los injertos realizados.

Realizar el deshierbe a tiempo para evitar malezas que puedan favorecer algún tipo de insecto que se pueda convertir en plaga en un tiempo posterior y afecte a los injertos.

8 LITERATURA CITADA

- Alba-Landa J., Lilia del C. Mendizábal-Hernández., J. Marque-Ramírez. 2008. El mejoramiento genético forestal y las pruebas establecidas en Veracruz. *Foresta Veracruzana*, 10(1):25-29.
- Badilla, Y. y O. Murillo. 1999. Efecto de aislamiento en la calidad de semilla de Jaúl (*Alnus acuminata*). In II Simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina. Memorias. Compilador: Rodolfo Salazar 18-22 de Octubre, 1999 Santo Domingo, República Dominicana. CATIE. Turrialba, Costa Rica Mayo, 2000. pp. 141-143.
- Chacón, S. J.M., A. Velázquez M., y A. Musálem, M. 1998. Comportamiento de la repoblación natural de *Pinus arizonica* Engelm. bajo diferentes coberturas. *Maderas y Bosque*, 4(2):39-44.
- Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 1995. Orografía. Escala 1:1 000 000. México.
- Cornejo, O., E.H., Z. Bucio E., V. Gutiérrez B., S. Valencia M., C Flores, L. 2009. Selección de árboles y conversión de un ensayo de procedencias de un rodal semillero. *Revista Fitotecnia Mexicana*, Vol. 32, Núm. 2 México. pp. 87-92.
- Dorman, Keith W. 1976. The genetics and breeding of southern pines. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 471. 407 p.
- Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. 2013. [En línea]. Gobierno del estado de Chihuahua. [Fecha de consulta 18 de marzo de 2013] <http://www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM08chihuahua/municipios/08040a.html>.
- Farjón, A., y B. T. Styles. 1997. A field guide to the pines of Mexico and Central America. The Royal Botanic Gardens, Kew. Oxford Forestry Institute, University of Oxford. 291 p.
- Flores, L., C. 2000. Selección de árboles superiores en el estado de Chihuahua. 1er Congreso Nacional de Reforestación. 8-10 Noviembre. SEMARNAP-PRONARE, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 5 p.

- Flores, L. C., L. Domínguez P., A. Gómez H., V. J.A. Molina S. 2004. Inauguración del huerto semillero clonal de *Pinus arizonica* “El Largo”, Ejido el Largo y Anexos de Madera, Chihuahua. 2p. Inédito.
- Flores, L., C. 1999. Establecimiento de rodales y áreas semilleras en el estado de Chihuahua, México. *In* II Simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina. Memorias. Compilador: Rodolfo Salazar 10-22 de octubre, 1999 Santo Domingo, República Dominicana. CATIE. Turrialba, Costa Rica Mayo, 2000. pp. 53-60.
- García, E. – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1 000 000. México.
- Gradual, L. 1993. Introducción a los principios sobre el diseño y evaluación de experimentos de mejoramiento genético forestal. Nota de clase No. D. 6. Humlebeak, Dinamarca. pp. 117-174.
- Granhof, J. 1991. Propagación masiva de material mejorado huertos semilleros: conceptos, diseño y papel en el mejoramiento forestal. Nota de clase No. D-8. Humlebaek, Dinamarca. pp. 19-53.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e investigación (INEGI), (1998). Banco de información sobre perfiles de suelo, versión 1.0. 23p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)-Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1995). Edafología. Escala 1:1 000 000. México.
- Isaza, N. 1995. Establecimiento y manejo de huertos semilleros. *In* I Simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina. Memorias. Compilador: Rodolfo Salazar 16-20 de Octubre, 1995 Managua, Nicaragua. CATIE. Turrialba. Costa Rica. pp. 95-100.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma. 177 p.
- Márquez, R. J., J. Alba-Landa., L. del C. Mendizábal-Hernández., E. O. Ramírez-García, y H. Cruz-Jiménez. 2009. Fuentes semilleras mejoradas establecidas en el estado de Veracruz. *Foresta Veracruzana*, 11(2):37-42.

- Márquez, R. J., J. Alba-Landa., M. Hernández-López. 2007. Variación en familias de siete familias y tres cosechas de *Pinus patula* schl. et cham. de un huerto de tercera generación de selección. *Foresta Veracruzana*, 9(2):35-43.
- Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. 2ª Edición. Ed. Botas. México. 361 p.
- Mendizábal-Hernández, Lilia del C., H. Cruz-Jiménez., J. Márquez-Ramírez., y Y. Jácome Álvarez. 2009. Potencial productivo de un huerto semillero de *Pinus patula* Schl. et Cham. En potrero de García, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 11(2):21-26.
- Mesén, F. 1995. Estrategias de producción de semilla mejorada a corto plazo. *In I Simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina*. Memorias. Compilador. Rodolfo Salazar 16-20 de Octubre, 1995 Managua, Nicaragua. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp. 3-11.
- Molina, J. A. 2012. Injertos de *P. arizónica* Engelm. en el ejido El Largo y Anexos. 43 p. Inédito.
- Nienstaedt, H., K. E. Clausen y P.T. Eguiluz. 1990. La primera zonificación de semillas forestales en México: caso Durango y Chihuahua. Nota Técnica No. 6. Centro de Genética Forestal A.C. Chapingo, México. 6 p.
- Pérez, S., M. H., A. González y P. Echeverría. 1999a. Avances a la mejora genética de *Pinus caribaea* Mor. var. *Caribaea* Barret y Golfari, en la República de Cuba. *In II Simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina*. Memorias. Compilador. Rodolfo Salazar 18-22 de Octubre, 1999 Santo Domingo. República Dominicana. CATIE. Turrialba, Costa Rica, Mayo, 2000. pp. 101-104.
- Pérez, S., M. H., A. Jiménez y J. G. Torres. 1999b. Programa de mejoramiento genético: caso *Pinus occidentalis* Swatz. *In II Simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina*. Memorias. Compilador: Rodolfo Salazar 10-22 de octubre, 1999 Santo Domingo, República Dominicana. CATIE. Turrialba, Costa Rica, Mayo de 2000. pp. 109-103.
- Perry, Jr., J.P. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press Portland, Oregon. USA. 231p.
- Salazar, R. y D. Boshier. 1989. Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies forestales prioritarias en América Central. Serie Técnica. Informe

- Técnico No. 148. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 80 p.
- SMN, 2013. Normales Climáticas. [En línea]. estado de Chihuahua. CONAGUA. [Fecha de consulta: 18 de marzo de 2013] Disponible desde: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Normales5110/NORMAL08103.TXT>.
- Valencia, M., S. 1992. Estimación de parámetros genéticos en las pruebas de progenie del huerto clonal de *Pinus caribea var. caribea* morelet de la Sabana, Oax. Tesis profesional, Presentada como requisito para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Forestal. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. P 116.
- Venturini, M.; C. López. 2010. Propagación de árboles selectos por injerto de púas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, Facultad de Ciencias Forestales. Revista de Ciencias Forestales, Quebracho 18: (1,2)101-105.
- Wellendorf H. y B. Ditlevsen. 1992. Introducción a la genética forestal. Nota de clase No. D. 2. Humleback, Dinamarca. pp. 43-56.
- Zelener, N.; S. Marcucci P.; C. López.; N. J. Bartoloni.; J. Rodríguez T.; P. Gelid.; P. S. Pathauer y E. H. Hopp. 2005. Selección de huertos semilleros de *Eucalyptus dunnii* mediante la aplicación de marcadores moleculares. IDIA XXI Revista de información sobre investigación y desarrollo agropecuario. Año V. pp 221-225.
- Zepeda, B., E. M. y A. Domínguez P. 1998. Niveles de incremento y rendimiento maderable de poblaciones naturales de *Pinus arizonica* engl., de el Poleo, Chihuahua. Maderas y Bosques, 4(1):27-39.
- Zobel, B. J. y J. T. Talbert. 1998. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Ed. Limusa. México. 545 p.

9 APÉNDICE

Apéndice 1. Ejemplo de la calificación de un árbol superior siguiendo el formato para seleccionar árboles superiores del Centro de Genética Forestal A. C.

IV. Datos generales

Especie Pinus arizonica Número de árbol A502

Estado Chihuahua Municipio Bocoyna Propiedad Comunidad el Yeposo.

Altitud 2480 m.s.n.m. Latitud 27° 51'13'' Longitud 107° 50'46''

Seleccionador Knud E. Clausen, Celestino Flores L. Fecha: 22 de abril de 1989

II. Caracteres del árbol candidato

1. Altura (m)..... 23.0

2. d.a.p. (cm)..... 48.0

3. Volumen (m³)..... 2.209

4. Copa..... 4.2

5. Rectitud del fuste 3.8

6. Poda natural..... 1.8

7. Ajuste por edad.... 0.0

*Suma de puntaje de 4 a 7

..... 9.8

III. Comparación de puntajes:

Carácter	Candidato	Testigo	Puntaje de candidato
Altura	23.0	20.3	5.0
Volumen	2.209	1.362	6.2
*Suma de puntaje			9.8
Puntaje total			21.0

Observaciones: _____

III. Mediciones de los mejores 5 árboles dominantes testigos

Testigos	Altura	d.a.p.	Volumen	Edad
1	20.0	42.0	1.492	91
2	19.5	42.5	1.485	83
3	19.0	41.0	1.352	86
4	21.0	33.5	1.039	89
5	22.0	39.0	1.440	91
Total	101.5	198.0	6.808	440
Promedio	20.3	39.6	1.362	88

IV. Mapa de ubicación del árbol candidato.



Apéndice 2. Datos climáticos de la estación 8103 Mesa del Huracán, Madera, Chihuahua, periodo de 1951 al 2010.

Servicio Meteorológico Nacional
Normales Climatológicas

Periodo: 1951-2010

Estado: Chihuahua

Estación: 00008103 Mesa del Huracán

Latitud: 29°38'00" N.

Longitud: 108°14'00" W

Altura: 2,165.0 m.s.n.m.

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima													
Normal	12.8	14.2	16.6	20.5	24.4	28.3	26.1	25.1	24.1	21.4	17.2	13.7	20.4
Máxima mensual	15.8	19.6	22.2	25.1	29.3	33.6	29.1	30.4	28.8	25.9	22.2	17.5	
Año de máxima	1959	1962	1960	1962	1961	1960	1961	1962	1960	1962	1962	1958	
Máxima diaria	23.0	27.0	28.0	32.0	34.0	38.0	37.0	32.0	35.0	30.0	29.0	25.0	
Años con datos	33	36	34	34	33	34	35	34	34	34	33	33	
Temperatura media													
Normal	4.5	5.5	7.7	11.2	14.7	18.8	19.0	18.3	16.7	12.9	8.4	5.3	11.9
Años con datos	33	35	34	34	33	34	35	34	34	34	33	33	
Temperatura mínima													
Normal	-3.7	-3.3	-1.2	2.0	5.1	9.4	11.9	11.4	9.3	4.4	-0.5	-3.0	3.5
Mínima mensual	-8.0	-7.4	-3.9	-0.8	3.0	6.5	9.8	9.6	6.0	1.6	-3.9	-5.4	
Año de mínima	1987	1966	1964	1973	1965	1963	1987	1990	1985	1965	1987	1988	
Mínima diaria	-25.0	-18.0	-14.5	-10.0	-5.0	0.0	1.3	3.0	-1.5	-6.0	-11.0	-22.0	
Años con datos	33	35	34	34	33	34	35	34	34	34	33	33	
Precipitación													
Normal	47.3	35.0	31.8	13.8	10.4	47.2	166.9	168.3	94.5	41.5	33.6	50.8	741.1
Máxima mensual	123.2	177.2	156.0	58.0	34.5	135.5	277.5	348.5	251.5	145.1	113.5	203.5	
Año de máxima	1991	1993	1983	1983	1957	1986	1963	1988	1962	1972	1967	1984	
Máxima diaria	53.5	53.0	65.0	30.0	32.0	52.0	112.5	69.0	50.0	61.0	54.0	62.0	
Años con datos	33	36	34	34	33	34	35	34	34	34	33	33	

Apéndice 3. Análisis de sobrevivencia y vigor 2009.

Estado de los Clones	Cantidad
Reposición de clones (1.42%)	19
<i>Dendroctonus rhizophagus</i> (2.17%)	29
Débil (0.30%)	4
Faltante (10.61%)	142
Muerto por causa desconocida (25.56%)	342
Muerto por Sequía (1.27%)	17
Necrosis (0.74%)	10
Plaga Hojas (0.82%)	11
Sano (57.10%)	764

Apéndice 4. Análisis de sobrevivencia y vigor 2012.

Estado de los clones	Cantidad
Reposición de clones (1.40%)	19
Faltante (10.50%)	142
Muerto por causa desconocida (47.78%)	638
Muerto por sequía (1.25%)	17
Sano (36.20%)	497
Yema atrofiada (3.14%)	42

Apéndice 5. Huerto semillero clonal “Chito Olivas” en El largo Maderal, municipio de Madera, Chihuahua.



Apéndice 6. Lamina que se usa para la identificación de los clones.



(Foto: Celestino Flores López, 13 de mayo de 2011).